



Waterschap
Rivierenland

20211-6 Selectie kansrijke alternatieven dijkversterking Sterreschans-Huissen

*Onderdeel van dijkversterking Sprok,
Sterreschans en Heteren*

*sterke dijken
schoon water*



Inhoudsopgave

1	Inleiding	4
1.1	Projectomschrijving	4
1.2	Opgave	4
1.3	Verdeling in 3 deeltrajecten	5
1.4	Scope en doel van dit document	7
1.5	Detailniveau verkenningfase	7
1.6	Leeswijzer	8
1.7	Begrippen en afkortingen	9
2	Doelstellingen dijkversterking Sterreschans-Huissen	11
2.1	Projectdoelstellingen	11
2.2	Uitgangspunten	12
2.3	Randvoorwaarden	13
2.4	Veiligheid en gezondheid	13
3	Waterveiligheidsopgave	14
3.1	Ontwerpvakken waterveiligheidsopgave	14
3.2	Kabels en leidingen	16
4	Ontwerpproces: van bouwstenen naar mogelijke alternatieven	17
4.1	Inleiding stappen verkenningfase	17
4.2	Bouwstenen	17
4.3	Mogelijke alternatieven	20
5	Mogelijke alternatieven: algemene beschrijving	22
5.1	Grond binnendijks	22
5.2	Grond buitendijks	23
5.3	Constructies binnendijks (bij beperkte ruimte)	26
5.4	Constructie buitendijks (bij beperkte ruimte)	28
5.5	Beperken van overslag, buitendijks (tuimelkade)	30
5.6	Vierkant versterken	31
5.7	Alternatieven voor hoogteopgave Sterreschans	32
5.8	Aanvullende alternatieven bij wielen	35
5.9	Aanvullende alternatieven bij afgekeurde langsconstructie	39
6	Beoordeling mogelijke alternatieven	42
6.1	Inleiding	42
6.2	Update meekoppelkansen	47
6.3	Samengevatte beoordeling per cluster	50
6.4	Conclusie beoordeling mogelijke alternatieven	58

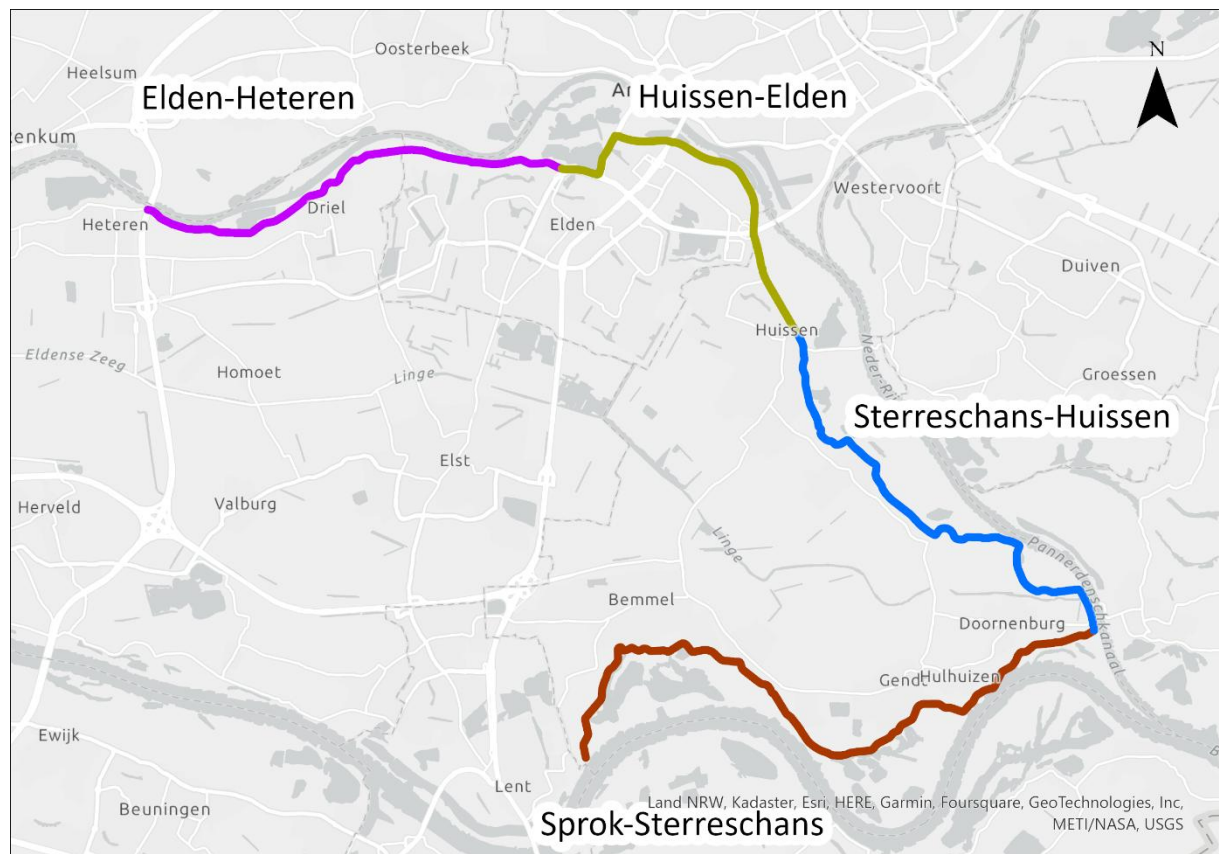
7	Kansrijke alternatieven voor dijkversterking Sterreschans-Huissen	63
7.1	Methode opstellen kansrijke alternatieven	63
7.2	Kansrijk alternatief 1 – Natuurlijk versterkt	64
7.3	Kansrijk alternatief 2 – Vertrouwde dijk	69
7.4	Kansrijk alternatief 3 – Veilig en veelzijdig.....	73
7.5	Participatie: Kansrijke Alternatieven	78
8	Referenties	79
Bijlage 1	Inbreng op alternatieven vanuit participatieproces	80
Bijlage 2	Tekeningen kansrijk alternatief 1 – Natuurlijk versterkt	84
Bijlage 3	Tekeningen kansrijk alternatief 2 – Vertrouwde dijk.....	85
Bijlage 4	Tekeningen kansrijk alternatief 3 – Veilig en veelzijdig	86

1 Inleiding

1.1 Projectomschrijving

Het dijkversterkingsproject Sprok-Sterreschans-Heteren ligt voor een deel langs de Waal tussen Sprok (nabij Lent) en Sterreschans nabij het Pannerdensch Kanaal. En langs de Nederrijn tot aan Heteren (A50). Het dijktracé sluit aan de westzijde, langs de Waal, aan op het dijkversterkingsproject Wolferen-Sprok. Waterschap Rivierenland is verantwoordelijk voor het uitvoeren van dit dijkversterkingsproject.

Het projectgebied ligt in de provincie Gelderland en in de gemeenten Lingewaard, Arnhem en Overbetuwe. De totale lengte van dit dijktraject is 38,3 km. Het projectgebied is zeer gevarieerd: brede uiterwaarden, die deels voor natuur zijn ingericht, wisselen af met dicht verstedelijkte gebieden en bebouwing tot aan de dijk. Op een aantal punten is de uiterwaard zeer smal. Het gebied kent een rijke waterstaatkundige historie, waarin de rivier zich herhaaldelijk verlegd heeft.



Figuur 1-1: Kaart met dijktraject Sprok-Sterreschans-Heteren

1.2 Opgave

De Waterwet schrijft voor dat de primaire waterkeringen regelmatig moeten worden getoetst om te bezien of deze voldoen aan de wettelijke normen voor de waterveiligheid. De afgekeurde dijktrajecten in de meest recente beoordelingsronde van de primaire keringen zijn opgenomen in het Hoogwaterbeschermingsprogramma. De dijktrajecten van Sprok-Sterreschans-Heteren zijn afgekeurd op meerdere faalmechanismen. Het waterschap is er verantwoordelijk voor dat de dijk weer voldoet aan de norm.

1.2.1 Hoogwaterbeschermingsprogramma

Dijkversterking Sprok-Sterreschans-Heteren is onderdeel van het Hoogwaterbeschermingsprogramma (HWBP). De programmadirectie van het HWBP stelt jaarlijks een programma op voor een periode van twaalf jaar, inclusief begroting. Dit programma wordt opgesteld in samenwerking en samenspraak met de waterschappen. De programmering wordt door de minister van Infrastructuur en Waterstaat vastgesteld als onderdeel van het Deltaprogramma.

1.3 Verdeling in 3 deeltrajecten

Het dijkversterkingsproject Sprok-Sterreschans-Heteren is verdeeld in 3 deeltrajecten¹:

- Deeltraject Sprok-Sterreschans; lengte 13.363 m
- Deeltraject Sterreschans-Huissen (zonder A15); lengte 9.192 m
- Deeltraject Elden-Heteren; lengte 8.526 m

1.3.1 Gebiedsbeschrijving deeltraject Sterreschans-Huissen

Het deeltraject Sterreschans – Huissen ligt langs het Pannerdensch Kanaal, tussen Sterreschans en Huissen in de gemeente Lingewaard. Dit rivierenlandschap is gevormd door eeuwenlange wisselwerking tussen water, bewoning en landbouw.

Ontwikkelgeschiedenis

Na de laatste ijstijd, ongeveer 10.000 jaar geleden, verplaatsten de rivieren Rijn en Waal grote hoeveelheden klei, zand en grind. Hierdoor ontstonden natuurlijke hoogten en laagtes. Op de hogere delen vestigden zich de eerste bewoners. Later zorgden bedijking en ruilverkaveling voor meer structuur. Het Pannerdensch Kanaal werd tussen 1701 en 1709 gegraven om water te verdelen tussen Rijn, Waal en IJssel. Fort Pannerden, gebouwd in 1872, moest het kanaal beschermen en maakt nu deel uit van de Nieuwe Hollandse Waterlinie. In de uiterwaarden zijn nog oude dijken, zomerkades en kleiputten zichtbaar.

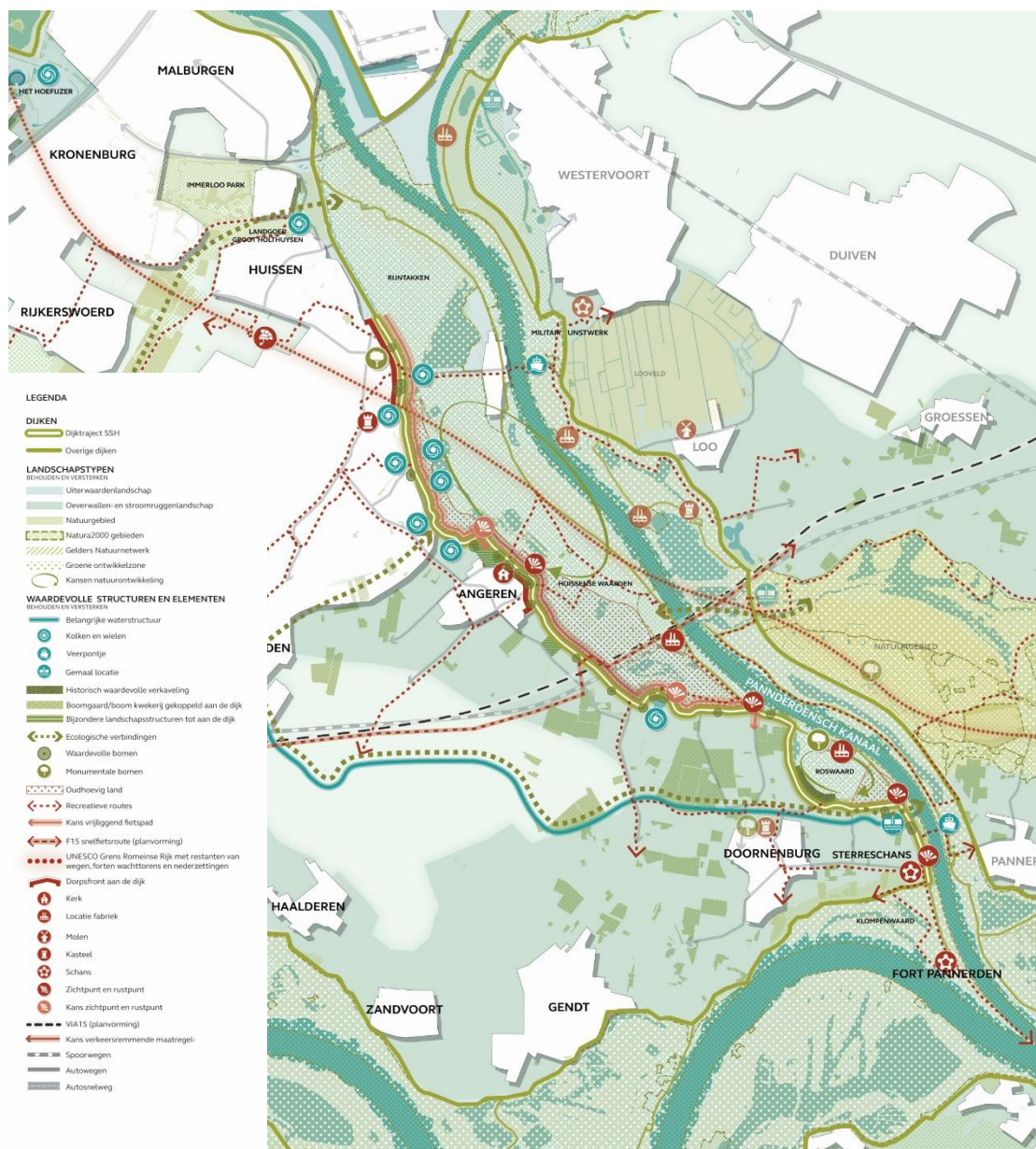
Dijken

De dijken langs het kanaal zijn beeldbepalend en bieden vrij uitzicht over het rivierlandschap. Ze liggen grotendeels op oude tracés, herkenbaar aan wielen en kolken (restanten van eerdere dijkdoorbraken). De dijken hebben een smalle kruin en steile binnentaluds, wat een karakteristiek beeld geeft. De dijk is meestal onbebouwd en vormt een eenheid met het landschap, wat belangrijk is voor de beleving.

Natuurwaarden

Het buitendijkse gebied is onderdeel van Natura 2000 en heeft een grote variatie aan natuur: graslanden, ooibossen, heggen, kleiputten en waterpartijen. Binnen- en buitendijks dragen ook monumentale bomen en wielen bij aan biodiversiteit en landschapskwaliteit. De dijk zelf kan ingericht worden als bloemenlint, wat een kans biedt om natuur en recreatie te verbinden. Een knelpunt is dat groenopstanden soms dicht bij de dijk staan, wat lastig is voor beheer. Ook is het verbinden van binnen- en buitendijkse natuur niet eenvoudig. Toch biedt het gebied veel mogelijkheden voor nieuwe natuur in Roswaard en Huissense Waarden en voor biodivers bermbesluiting.

¹ Uit aanvullend onderzoek is gebleken dat de dijk tussen Huissen en Elden de komende jaren wel aan de eisen voor de waterveiligheid voldoet. Deeltraject Huissen-Elden zal daarom niet langer versterkt worden en maakt geen onderdeel meer uit van dijkversterking Sprok-Sterreschans-Heteren.



Figuur 1-2 Gebiedskaart Sterreschans-Huissen

Cultuurhistorie en erfgoed

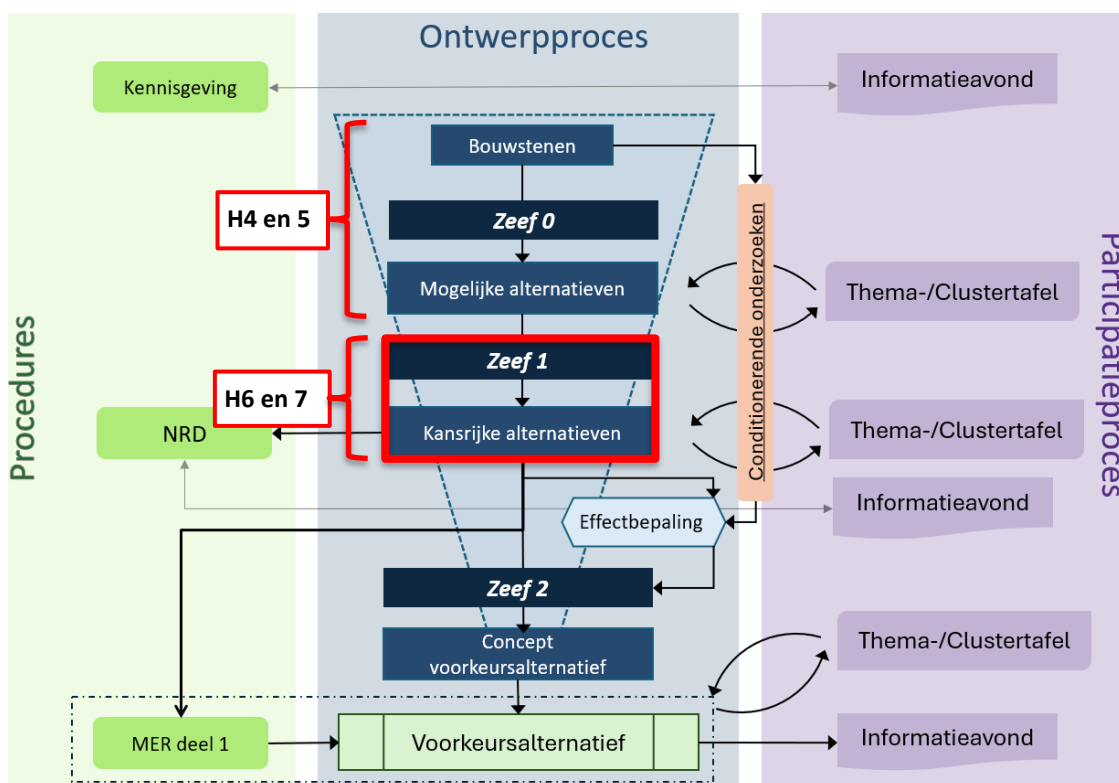
Het gebied heeft een rijke cultuurhistorie. Fort Pannerden, een oude steenfabriek, kerken, kastelen zoals Doornenburg en het Dominicanenklooster in Huissen zijn belangrijke elementen. Wielen en kleiputten vertellen het verhaal van waterbeheer en industrie. Ook loopt de UNESCO-grens van het Romeinse Rijk door Huissen, een kern met een lange bewoningsgeschiedenis. Deze kwaliteiten maken het gebied aantrekkelijk voor recreatie en educatie.

Verkeer

De dijk is belangrijk voor de verkeersontsluiting. Zowel door bewoners, bedrijven en recreanten wordt de weg op de dijk veel gebruikt. Dit zorgt voor drukte en veiligheidsrisico's. Dit is een knelpunt voor de beleefbaarheid en veiligheid. Tegelijkertijd is de dijk een sterke recreatieve verbinding en biedt de verlenging van de A15 (VIA15) en een nieuwe fietsbrug over het kanaal kansen om bereikbaarheid en recreatie te verbeteren.

1.4 Scope en doel van dit document

Deze rapportage 'selectie kansrijke alternatieven' omschrijft welke werkzaamheden tijdens de verkenningsfase zijn uitgevoerd ten aanzien van de beoordeling van mogelijke naar kansrijke alternatieven. Het rapport geeft een beschrijving van de aanpak en uitkomsten van deze stap (ook wel 'zeef 1' genoemd). Het rapport vormt tevens een bijlage bij de Notitie Reikwijdte en Detailniveau (NRD). Er wordt stilgestaan bij de projectdoelstellingen, waterveiligheidsopgave, het ontwerpproces en bij de beoordeling van mogelijke alternatieven en de selectie van kansrijke alternatieven. De stap in het ontwerpproces die in dit rapport wordt beschreven is rood omlijnd in Figuur 1-3.



Figuur 1-3: Stappen in verkenningsfase dijkversterking deeltraject Sterreschans-Huissen. Het rode vak geeft aan in welke fase het project zich ten tijde van dit rapport bevindt. Ook is aangegeven welke stappen in welke hoofdstukken worden beschreven.

1.5 Detailniveau verkenningsfase

Aan het eind van de verkenningsfase – na een beoordeling en afweging van de kansrijke alternatieven – stelt het bestuur van het waterschap het voorkeursalternatief in concept vast. In het voorkeursalternatief wordt de principe oplossing voor de dijkversterking vastgelegd. Deze principe oplossing bestaat uit een schetsontwerp per ontwerpvak dat het beste past binnen de belangenafweging met het oog op de doelstellingen en (wettelijke)

kaders. Het schetsontwerp is opgesteld op basis van maatgevende berekeningen. Als voorkeursalternatief kan binnen een ontwerpvlak ook gekozen worden voor een combinatie van oplossingen uit verschillende kansrijke alternatieven.

Het kan voorkomen dat de gekozen principe oplossing van het voorkeursalternatief op korte strekkingen van een ontwerpvlak niet of moeilijk kan worden ingepast. Hiervoor moeten we in de vervolgfase nog nader onderzoek doen om lokaal de beste oplossing te kiezen. Dit noemen we maatwerklocaties. Voor deze locaties doen we in deze fase een aanname voor een principe oplossing.

De verkenningfase wordt vervolgd door:

- De **planuitwerkingsfase**. Dit is de fase waarin het ruimtebeslag wordt bepaald waarop de hoofdvergunningen worden aangevraagd. Dit is ook de fase van materialisatie en prijsvorming richting de realisatiefase.
- De **realisatiefase**. Hierin volgt de definitieve detaillering, inclusief uitvoeringsspecificaties en het aanvragen van realisatievergunningen.

1.6 Leeswijzer

In hoofdstuk 0 en 3 zijn respectievelijk de projectdoelstellingen en de waterveiligheidsopgave toegelicht. Hoofdstuk 4 bevat een beschrijving van het ontwerpproces: hoe op basis van een set aan bouwstenen, mogelijke alternatieven zijn ontworpen. Vervolgens worden in hoofdstuk 5 de mogelijke alternatieven één voor één inhoudelijk geïntroduceerd, waarna in hoofdstuk 6 de beoordeling daarvan per cluster is beschreven. In hoofdstuk 7 zijn vervolgens de kansrijke alternatieven gepresenteerd zoals deze ook in de NRD zijn gepresenteerd.

1.7 Begrippen en afkortingen

Tabel 1-1: Toelichting begrippen

Begrip	Betekenis
Bouwstenen	Een bouwsteen is een mogelijk onderdeel van het dijkontwerp, dat een deelprobleem oplost of invulling geeft aan een kans.
Buitendijks	De rivierzijde van de dijk.
Binnendijks	De landzijde van de dijk.
Cluster	Binnen een cluster wordt gestreefd naar het behouden en versterken van de herkenbaarheid en samenhang van het dijkprofiel en zijn directe omgeving.
Dimensionering	Met de dimensionering wordt de afmeting en vorm van een bepaalde oplossing bedoeld.
Faalmechanisme	Dit is een manier waarop een dijk kan falen of niet goed kan werken bij hoogwater. Het zijn de problemen die ervoor kunnen zorgen dat een dijk niet sterk genoeg is om water tegen te houden.
Kopsloot	Een kopsloot is een sloot die wordt gegraven bij een dijk. Het is een soort greppel of waterkanaal die haaks op de dijk loopt. In het kader van dijkversterking helpt een kopsloot om overtollig water af te voeren.
Macrostabieleit	Dit verwijst naar de algehele stabiliteit van de dijk. Het betekent dat de dijk sterk genoeg moet zijn om niet in te storten of af te schuiven, zelfs als er veel water tegenaan drukt. Als een dijk niet macrostabil is, kan hij afschuiven en uiteindelijk bezwijken.
Ontwerploop	Stap uit het ontwerpproces van Figuur 1-3 (bouwstenen, mogelijke alternatieven, kansrijke alternatieven en voorkeursalternatief).
Ontwerpvak	Een bepaalde strekking binnen een cluster is alleen een ontwerpvak, als er ook een waterveiligheidsopgave is.
Piping en heave	Faalmechanismen dat kan optreden als water onder de dijk door stroomt. Het water neemt zand mee, waardoor er kleine kanaaltjes of tunnels ontstaan. Dit kan de dijk verzwakken en uiteindelijk kan de dijk bezwijken.
Subvak	Subvakken liggen binnen een ontwerpvak en hebben ieder een eigen specifieke waterveiligheidsopgave.
Verval	Hoogteverschil tussen buitenwater (op de rivier) en binnenwater (in het achterland).

Tabel 1-2: Toelichting afkortingen

Afkorting	Staat voor	Betekenis
KA	Kansrijk alternatief	Uit de lijst van mogelijke alternatieven zijn bouwstenen geselecteerd die het meeste potentie hebben. Op basis van projectdoelstellingen en meekoppelkansen, zijn uit deze kansrijke bouwstenen kansrijke alternatieven samengesteld. Ze worden verder onderzocht en geanalyseerd vanwege hun haalbaarheid en wenselijkheid.
K&L	Kabels en leidingen	Alle kabels en leidingen onder en boven de grond voor bijvoorbeeld het stroomnet, water- en gastransport.
MA	Mogelijk alternatief	Dit zijn de verschillende opties of benaderingen die overwogen worden bij het oplossen van de opgaven. Het gaat om alle potentiële keuzes die onderzocht kunnen worden voordat een definitieve beslissing wordt genomen.
MER, deel 1	Milieueffectrapport	Het milieueffectrapport deel 1 is een document dat de resultaten van de mer (procedure) uit de verkenningsfase bevat. Het rapport biedt een gedetailleerde analyse van de verwachte milieueffecten van het project en wordt gebruikt als basis voor besluitvorming.
NRD	Notitie Reikwijdte en Detailniveau	Document waarin staat beschreven voor welke alternatieven in het MER (zie hierboven) de milieueffecten worden onderzocht en op welke manier dat onderzoek plaatsvindt.
OO	Ontpofbare Oorlogsresten	Dit zijn explosieven uit de Tweede Wereldoorlog die niet zijn ontploft en in de bodem zijn achtergebleven.
STBI	Macrostabiliteit binnenwaarts	Faalmechanisme waarbij de dijk door afschuiving van het binnentalud kan bezwijken.
STPH	Piping en heave	Faalmechanismen dat kan optreden als water onder de dijk door stroomt. Het water neemt zand mee, waardoor er kleine kanaaltjes of tunnels ontstaan. Dit kan de dijk verzwakken en uiteindelijk kan de dijk bezwijken.
VKA	Voorkeursalternatief	Dit is het alternatief dat na evaluatie van alle mogelijkheden als de beste optie wordt beschouwd en is het plan dat in de planuitwerkingsfase wordt uitgewerkt.

2 Doelstellingen dijkversterking Sterreschans-Huissen

2.1 Projectdoelstellingen

Voor de volledige dijkversterking tussen Sprok, Sterreschans en Heteren heeft Waterschap Rivierenland een aantal projectdoelstellingen opgesteld. Deze doelstellingen zijn het vertrekpunt voor de inhoud van het plan en voor het proces (o.a. hoe het plan tot stand komt in samenwerking met omgeving).

De hoofddoelstelling is:

- Zorgen voor een **veilige, toekomstbestendige dijk in 2034**. Dat houdt in dat de dijk moet voldoen aan de hoogwaterveiligheidseisen.

Daarnaast heeft het waterschap een aantal aanvullende doelstellingen die voor de dijkversterking relevant zijn:

- **We verbeteren de beheerbaarheid over een deel van het traject, maar bij voorkeur over het gehele traject.** Om de dijk goed te kunnen beschermen is goed beheer van groot belang. In de verkenning krijgt dit vorm door de beheerorganisatie te betrekken bij het proces en door knelpunten in het beheer te identificeren en waar mogelijk op te lossen.
- **Waar mogelijk behouden en versterken we de (omgevings-) waarden en ruimtelijke kwaliteit terug in het gebied.** De relevante waarden leggen we vast in een Ruimtelijk Kwaliteitskader.
- Inzetten op **duurzaamheid** door:
 - te werken tussen 80% en 100% circulair;
 - bij voorkeur CO₂-neutraal te werken;
 - bij voorkeur gebiedseigen grond te gebruiken en ten minste de grond die vrijkomt bij de werkzaamheden zelf te gebruiken.
- Kansen voor het **versterken, maar ten minste behouden² van gebiedseigen biodiversiteit en ecologische structuur** op de dijk en aangrenzende gronden te benutten.
- De planvorming voor de dijkversterking voeren we in **nauwe samenwerking met de omgeving** uit.

Deze projectdoelstellingen zijn input voor een aantal documenten die in de eerste fase van de verkenning zijn opgesteld, zoals de Technische Uitgangspunten Notitie, het Ruimtelijk Kwaliteitskader en ook deze Rapportage Kansrijke Alternatieven. Met de alternatieven wordt invulling gegeven aan deze doelstellingen waarbij de alternatieven wel kunnen verschillen in de mate dat doelstellingen worden behaald. Voor de hoofddoelstelling 'veilige dijk' geldt dat alle alternatieven aan de geldende veiligheidsnormen voldoen.

2.1.1 Beheer van de dijk

In de projectdoelstellingen heeft de beheerbaarheid een prominente plek gekregen. De aandachtspunten vanuit beheer gaan bijvoorbeeld over de afwezigheid van een beheerstrook, een slechte grasmat of over een steil talud dat niet goed gemaaid kan

² M.u.v. werk binnen de groene ontwikkelzone. Hier geldt een minimale verplichting om de kernkwaliteiten van het gebied te versterken door natuur- en landschapselementen aan te leggen.

worden. Deze aandachtspunten worden omgezet naar ontwerpuitgangspunten (zie ook paragraaf 2.2), welke van toepassing zijn op de vakken met een waterveiligheidsopgave. Ook buiten de vakken met een waterveiligheidsopgave kan het zijn dat het beheer van de dijk niet op een veilige en/of efficiënte manier mogelijk is. De alternatieven verschillen in de mate waarin ze invulling geven aan het doel 'verbeteren beheerbaarheid'. Zo zijn er alternatieven waarbij een talud van 1:3 wordt voorgesteld. Ook is gekeken of een beheerstrook kan worden toegevoegd.

2.1.2 Ruimtelijke kwaliteit

Een doel is om de (omgevings)waarden en ruimtelijke kwaliteit in het gebied te behouden en te versterken. Daarbij gaat het om een goede vormgeving en landschappelijke inpassing van de dijkversterkingsmaatregelen. Elk van de alternatieven heeft een andere impact op de huidige waarden en ruimtelijk kwaliteit. De impact wordt in de beoordeling van de alternatieven in beeld gebracht. Daarbij wordt gekeken naar impact op de huidige karakteristiek en vormgeving van de dijk (een hoge, steile, slingerende dijk) en op waarden en functies rond de dijk (o.a. bebouwing, monumenten, agrarische functie, bomen, wielen, rivierenlandschap).

2.1.3 Duurzaamheid

Bij deze dijkversterking wordt ingezet op duurzaamheid. Daaronder vallen: toewerken naar 100% circulair werken, toewerken naar een CO₂-neutraal project, het benutten van gebiedseigen grond en het versterken van de biodiversiteit. Net als bij 'beheerbaarheid' verschillen de alternatieven in de mate waarin ze invulling geven aan het doel 'duurzaamheid'. De mate waarin vrijgekomen grond (lokaal of uit de omgeving dan wel het gebied) kan worden toegepast, verschilt per alternatief. Een alternatief dat uit een grondtoepassing bestaat (bijvoorbeeld het opbouwen van een stabiliteitsberm) past beter bij het doel 'benutten gebiedseigen grond' dan bijvoorbeeld een constructie.

De beoordeling van alternatieven op duurzaamheidsaspecten vindt plaats in de stap van kansrijke alternatieven naar voorkeursalternatief. Ook is bij het dimensioneren van kansrijke alternatieven gekeken naar de mogelijkheden om gebiedseigen grond toe te passen waarbij de sterkte-eigenschappen ervan mogelijk niet geheel overeenkomen met de voorgeschreven leidraden.

2.2 Uitgangspunten

Er geldt een aantal algemene uitgangspunten die worden toegepast bij de ontwikkeling en trechtering van alternatieven bij dijkversterkingen van Waterschap Rivierenland.

Dit zijn de zogeheten ontwerpuitgangspunten [Bron 9]:

- Dijkversterkingen in grond hebben de voorkeur boven constructies, omdat deze laatste een eindige levensduur hebben.
- Binnendijkse dijkversterking heeft de voorkeur boven buitendijkse dijkversterking. Dit ter voorkoming van wateropstuwend effect en aantasting van natuurwaarden buitendijks. Wanneer een binnendijkse dijkversterking niet of slecht mogelijk is (bijv. wegens te sparen bebouwing), kan overwogen worden om buitendijks te versterken, mits dit geen onoverkomelijke negatieve gevolgen heeft op de ruimte voor de rivier en de natuur.

- Uitbreidbaarheid en toekomstbestendigheid: De dijkversterking wordt bij voorkeur zodanig uitgevoerd dat er voldoende ruimte aanwezig blijft om de dijk in de toekomst te versterken en/of te verhogen.
- Permanente constructies hebben de voorkeur boven tijdelijke constructies die alleen tijdens hoogwater worden opgebouwd. Dit beperkt het risico op menselijk falen bij het aanbrengen van de tijdelijke constructies.

Uitgangspunten met betrekking tot beheer:

Vanuit het oogpunt van beheer is er een sterke voorkeur van het waterschap voor:

- taluds van 1:3 (en niet steiler);
- beheerstroken onder aan de dijk, zowel aan de binnen- als buitenzijde.

2.3 Randvoorwaarden

De dijkversterking is onderdeel van het Hoogwaterbeschermingsprogramma (HWBP). Dit programma is een samenwerking van alle waterschappen en Rijkswaterstaat. Samen zorgen we ervoor dat alle afgekeurde primaire waterkeringen in Nederland weer voldoen aan de norm.

Het HWBP betaalt het grootste deel van de dijkversterking Sprok, Sterreschans en Heteren. Het programma subsidieert een ontwerp dat 'sober en doelmatig' is. Dat betekent: niet duurder of uitgebreider dan nodig.

Het HWBP beoordeelt of het ontwerp aan deze eisen voldoet [Bron 23]. Daarbij kijkt het programma of maatregelen nodig zijn voor de waterveiligheid, of dat de maatregel een aanvullende wens is die niet met waterveiligheid te maken heeft. Voor onderdelen die niet binnen het 'sober en doelmatig' kader vallen, moet extra financiering komen van andere partijen.

2.4 Veiligheid en gezondheid

In het veiligheids- en gezondheidsplan (V&G-plan [Bron 14]) is terug te lezen dat per ontwerpstep een risico-inventarisatie uitgevoerd zal worden. Het doel van deze inventarisatie is om de gevaren en risico's zoveel mogelijk bij de bron te bestrijden en dus in het ontwerpproces mee te nemen.

In de realisatiefase kunnen risico's ontstaan, bijvoorbeeld:

- Door het grote aantal verkeersstromen voor het vervoeren van (de gebiedseigen) grond van en naar de projectlocatie kunnen ongevallen plaatsvinden;
- Door het steken en achteruitrijden van materieel op de (smalle) dijk kunnen ongevallen plaatsvinden;
- Door het plaatsen van een constructie in nabijheid van bebouwing kan schade ontstaan;
- Door steile taluds kunnen in de gebruiksfase bij het beheren van de dijk risico's ontstaan voor personeel van waterschap of werkend in opdracht van de wegbeheerder.

Bij het beoordelen en 'zeven' van de mogelijke alternatieven naar de kansrijke alternatieven is een uitgebreide risico-inventarisatie en evaluatie (RI&E) gehouden. Met behulp van deze

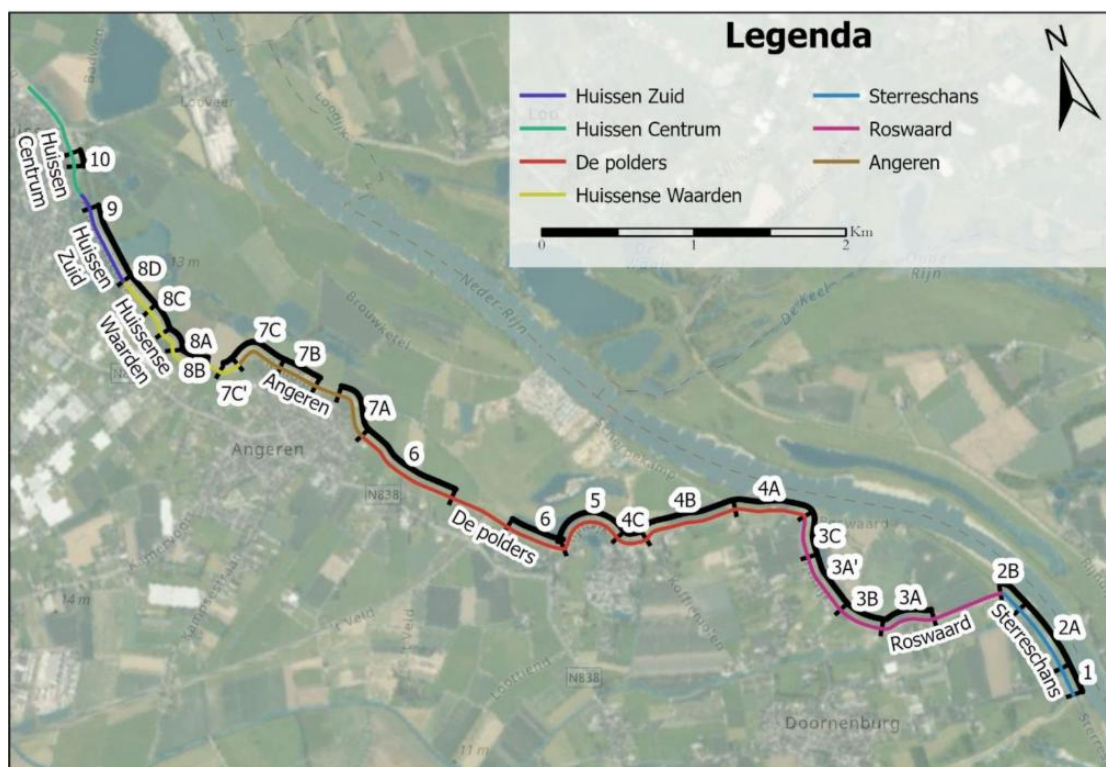
tool is per ontwerpvlak stilgestaan bij de risico's voor zowel de uitvoeringsfase als de gebruiksfase (risico's zoals hierboven al benoemd). Op basis van de uitkomsten van de RI&E beoordeling van de verschillende alternatieven vallen sommige alternatieven af in het zeefproces als deze grote veiligheidsrisico's met zich meebrengen. Ook in de vervolgfase wordt hier aandacht aan besteed.

3 Waterveiligheidsopgave

3.1 Ontwerpvakken waterveiligheidsopgave

Langs het dijktraject komen verschillende (combinaties van) faalmechanismen en vormen van landgebruik voor. Daarom is één oplossing voor het hele traject niet mogelijk. Het traject is daarom verdeeld in kortere ontwerpvlakken. In Figuur 3-1 zijn de ontwerpvlakken weergegeven en in Tabel 3-1 is de waterveiligheidsopgave per ontwerpvlak samengevat.

In de tussenliggende vakken speelt geen waterveiligheidsopgave. Het is echter niet zo dat hier geen werkzaamheden plaats zullen vinden. Vanuit specifieke meekoppelkansen kan hier mogelijk een opgave zijn, zoals beheer of verkeersveiligheid. In paragraaf 6.2 is een update van de meekoppelkansen opgenomen.



Figuur 3-1: Ontwerpvakken (zwart) en clusters (gekleurd) binnen deeltraject Sterreschans-Huissen, met daartussen segmenten zonder waterveiligheidsopgave, maar met eventueel meekoppelkansen voor beheer, verkeersveiligheid en anti-graverij.

Tabel 3-1: Overzicht ontwerpvakken en subvakken (nummering op basis van clusters)

Cluster	Ontwerp- en subvak	Opgave*	Dijkpaal van	Dijkpaal tot	Beschrijving
Sterre- schans	1	GEKB	DR000	DR002+72	Hoogte opgave (gras erosie kruin binnentalud), hoog achterland met veel bebouwing.
	2A	STBI + STPH	DR002+72	DR007+60	Overslag is bepalend voor STBI. Opbarstpunten piping in het achterland. Agrarische achterland met.
	2B	STPH	DR007+60	DR010+30	Een individueel opbarstpunt piping in achterland. Bebouwing binnendijs.
Ros- waard	3A	STBI	DR015+45	DR019	Overslag is bepalend voor STBI. Bebouwing binnendijs.
	3B	STBI + STPH	DR019	DR022+05	Overslag is bepalend voor STBI. Opbarstpunten piping in het achterland. Bebouwing binnendijs.
	3A'	STBI	DR022+05	DR026+18	(Zie 3A)
	3C	STBI	DR026+18	DR029+35	Overslag is bepalend voor STBI. Agrarisch achterland.
De polders	4A	STBI + STPH	DR029+35	DR033+55	Steil binnentalud. Opbarstpunten piping zowel in de sloot als in de rest van het vak. Gedeeltelijk al een goedgekeurd stabiliteitsscherm en erosiescherm aanwezig. Veelal agrarisch achterland met bebouwing in voor- en achterland.
	4B	BHR + STPH + K&L	DR033+55	DR039+81	Steil binnentalud. Opbarstpunten piping in achterland. Voornamelijk agrarisch achterland met bebouwing.
	4C	STBI	DR039+81	DR042	Overslag is bepalend voor STBI. Camping in achterland.
	5	STBI + STPH	DR042	DR046+50	Overslag is bepalend voor STBI. Grote kolk aanwezig met daarin en daarnaast opbarstpunten piping.
	6	STBI + K&L	DR046+50 DR054+80	DR050+76 DR062+16	Steil binnentalud. Macrostabiliteit opgave (ook zonder overslag), agrarisch achterland. Zone voor ViA15 is niet meegenomen.
Angeren	7A	STBI + K&L	DR062+16	DR065+40	Overslag is bepalend voor STBI. Dorpskarakter binnendijs, geen bebouwing direct aan de dijk.
	7B	STPH	DR067	DR069+66	Verschillende opbarstpunten piping, gebied heeft dorpskarakter, geen bebouwing direct aan de dijk.
	7C	STBI + STPH	DR069+66	DR073	Zeer steil tot steil binnentalud. Overslag is bepalend voor STBI. Binnendijs één woning met landelijke uitstraling. In het zuidoosten opbarstpunten piping in het achterland. Vak 7C en 7C' worden als een vak gezien, maar liggen binnen verschillende clusters.
7C'	DR073		DR074+39		
Huissense waarden	8A	STBI + STPH	DR075+25	DR078+20	Overslag is bepalend voor STBI. Opbarstpunten piping in het gehele achterland. Agrarisch achterland.
	8B	STPH	DR078+20	DR079+66	Opbarstpunten piping zowel in kolk als in het achterland.
	8C	STBI	DR079+66	DR081+30	Overslag is bepalend voor STBI, ondanks redelijk flauw talud. Agrarische achterland.

Cluster	Ontwerp- en subvak	Opgave*	Dijkpaal van	Dijkpaal tot	Beschrijving
	8D	STBI + STPH	DR081+30	DR083+85	Overslag is bepalend voor STBI ondanks redelijk flauw talud. Opbarstpunten in het achterland. Agrarische achterland.
Huissen- zuid	9	STPH	DR083+85	DR089+13	Enkele opbarstpunten piping in het achterland, met rondom de Vlote Bloem veel opbarstpunten. Parkachtige zone in het achterland.
Huissen- Centrum	10	Langs- const. + K&L	DR092+05	DR093+05	Langsconstructie voor macrostabiliteit voldoet niet meer, steil talud. Dominicanenklooster in achterland.

* GEKB = gras erosie kruin binnentalud (hoogte), STPH = piping en heave, STBI = macrostabiliteit binnenwaarts, BHR = beheeropgave, K&L = kabels en leidingen en langsconst. = Langsconstructie.

3.2 Kabels en leidingen

Op en langs de dijk van deeltraject Sterreschans-Huissen liggen verschillende kabels en leidingen. Daar waar de dijk verbeterd wordt, vormt de aanwezigheid van kabels en leidingen altijd een raakvlak met het ontwerpspoor. In de huidige fase kijken we specifiek naar Categorie 1 kabels en leidingen. Categorie 1 zijn kabels en leidingen die voor aanvang van de dijkversterking, indien nodig, verlegd of aangepast worden.

Uit de raakvlakanalyse [Bron 21] volgt dat van de volgende beheerders kruisende of parallel liggende kabels of leidingen in de ontwerpvakken aanwezig zijn: Tennet, Gas Unie, Liander en Vitens.

In enkele van de subvakken is er een kans op falen van grote kabels en leidingen (K&L) langs de dijk geïdentificeerd (zie Tabel 3-1).

In de huidige stap van het ontwerpproces staat het inventariseren van kabels en leidingen centraal. De opgehaalde informatie van de netbeheerders wordt gedeeld met het ontwerpsteam. Deze informatie bestaat uit aandachtspunten, knelpunten en raakvlakken. Nadat de kansrijke alternatieven bepaald zijn, wordt het inpassingsplan opgesteld. In deze rapportage wordt daarom niet verder ingegaan op het effect van de kabels en leidingen op de kansrijke alternatieven.

4 Ontwerpproces: van bouwstenen naar mogelijke alternatieven

4.1 Inleiding stappen verkenningfase

Het ontwerpproces in de verkenningfase bestaat uit een aantal stappen waarbij eerst breed en grof naar mogelijkheden wordt gekeken en vervolgens stap voor stap gewerkt wordt naar een haalbaar, betaalbaar en gedragen voorkeursalternatief. Stapsgewijs worden bouwstenen, mogelijke en vervolgens kansrijke alternatieven voor het verbeteren van de dijk samengesteld en afgewogen (zie Figuur 4-1).

Op deze manier wordt uit een veelvoud van ideeën, wensen en maatregelen op een onderbouwde en transparante wijze naar één voorkeursalternatief gewerkt. Het detailniveau van het ontwerp én van de beoordeling neemt stapsgewijs steeds verder toe; van grof naar fijn.

4.2 Bouwstenen

In de eerste stap is een set bouwstenen ontwikkeld specifiek voor dit dijktraject Sterreschans-Huissen [Bron 13].

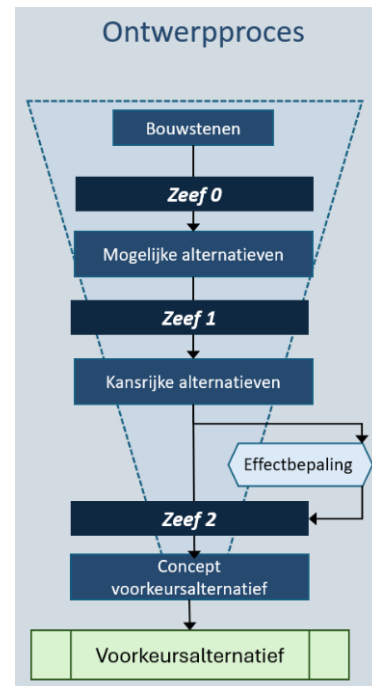
Er zijn twee soorten bouwstenen:

- **Versterkingsbouwstenen:** maatregelen die gerelateerd zijn aan de waterveiligheidsopgave. Dit zijn maatregelen waarmee de dijk versterkt wordt om een specifiek faalmechanisme of combinatie van faalmechanismen op te lossen.
- **Gebiedsbouwstenen:** maatregelen die voortkomen uit een gebieds- of inpassingsopgave, meekoppelkans. Deze maatregelen zijn gerelateerd aan de thema's: wonen, verkeer, recreatie, duurzaamheid, beheer, natuur, landbouw, ruimtelijke inpassing of cultuurhistorie.

Eerst is een groslijst van mogelijke bouwstenen opgesteld. De mogelijke versterkingsbouwstenen bevatten alle mogelijke en denkbare opties van technische maatregelen om een waterkering te versterken. Deze zijn in beeld gebracht op basis van kennis en ervaring bij Waterschap Rivierenland en de uitgevoerde innovatiescan voor het eerste deeltraject (Elden-Heteren) [Bron 13]. Gebiedsbouwstenen zijn herleid uit de 'issuematrix'; een overzicht van aandachtspunten, raakvlakken en kansen die zijn opgehaald bij gebiedspartners (o.a. gemeenten, provincie, RWS, Staatsbosbeheer) en de beheerder van de dijk (Waterschap Rivierenland) [Bron 13].

Deze groslijst van bouwstenen is vervolgens beoordeeld op een aantal criteria ('zeef 0'). Bouwstenen waarvan op voorhand duidelijk is dat ze niet toepasbaar (niet realistisch, onoverkomelijke belemmeringen) zijn, zijn hierbij afgevalen en worden zo niet onnodig meegenomen in het vervolg van de verkenning. De 'toepasbare bouwstenen' vormen de gereedschapskist voor het samenstellen van mogelijke alternatieven.

Tabel 4-1, Tabel 4-2 en Tabel 4-3 geven de versterkingsbouwstenen voor resp. macrostabiliteit binnenwaarts, voor piping en heave en voor hoogte weer die zijn meegenomen in de



Figuur 4-1: Stappen verkenningfase

mogelijke alternatieven. Voor het samenstellen van mogelijke alternatieven is gekeken naar ‘families’ van bouwstenen (het overkoepelde principe, de verzamelnaam).

Tabel 4-1: Versterkingsbouwstenen macrostabiliteit binnendijks

Familie	Bouwsteen
Grondoplossing	Stabiliteitsberm, binnendijks
Grondoplossing	Talud verflauwen binnendijks
Beperken overslag	Kruinverhoging
Beperken overslag	Ruwe taludbekleding buitenzijde
Beperken overslag	Tuimelkade
Beperken overslag	Verhogen wegberm
Verticale constructie binnendijks	Damwand binnendijks
Vernagelingstechniek	Dijkvernageling
Grondversterking binnentalud	Grondverbetering
Drainage	Drainagesysteem, binnendijks

Tabel 4-2: Versterkingsbouwstenen piping en heave

Familie	Bouwsteen
Grondoplossing	Sloot dempen of verleggen
Grondoplossing	Pipingberm, binnendijks
Weerstandshogend	Klei ingraving buitendijks (voorlandverbetering)
Verticale constructie binnendijks	Damwand binnendijks
Verticale constructie buitenzijde	Damwand buitenzijde
Drainage	Waterontspanner
Drainage	Filterconstructie watergang
Filterconstructie	Verticaal filter
Kwelkade	Kwelkade opnemen in legger

Tabel 4-3: Versterkingsbouwstenen hoogte

Familie	Bouwsteen
Grondoplossing	Kruinverhoging
Grondoplossing	Tuimelkade
Beperken overslag	Taludverflauwing buitenwaarts
Beperken overslag	Ruwe taludbekleding buitenzijde
Verticale constructie	Verhogen wegberm (bijv. d.m.v. een muurtje)

Tabel 4-4 geeft de gebiedsbouwstenen weer die zijn afgewogen en grotendeels meegenomen in de mogelijke alternatieven.

Tabel 4-4: Gebiedsbouwstenen

Familie	Bouwsteen	Toelichting
Wiel	Behoud van wiel in bestaande situatie	Afgeleid uit de issuematrix.
Wiel	(Deels) dempen wiel i.r.t. waterveiligheidsopgave (grond)	
Beheerstrook	Beheerstrook verbreden	Door het Waterschap is ingebracht dat op sommige plekken een beheerstrook ontbreekt of een huidige beheerstrook te smal is. In de MA wordt een beheerstrook (binnen- of buitendijks) opgenomen om te verkennen.
Beheerstrook	Beheerstrook aanleggen	
Beheerstrook	Beheerstrook toegankelijk recreanten	
Beheerbaarheid	Taluds minimaal 1:3	Vanuit de beheerder is een talud steiler dan 1:3 niet wenselijk in relatie tot het maaien. In de MA wordt een talud van 1:3 meegenomen.
Verkeer	Vrijliggend fietspad, buitendijks	Door verschillende omgevingspartijen (gemeenten, bewoners) is aandacht gevraagd voor de verkeers-(veiligheid)situatie op de dijk. In de MA zijn manieren om de dijk verkeersveiliger te maken meegenomen om te verkennen als een potentiële meekoppelkans.
Verkeer	Weg verbreden (eventueel met vrijliggend fietspad)	
Landschap	Medegebruik berm	Medegebruik van de berm door agrariërs of natuurdoelen kan mogelijk gemaakt worden als daar in het ontwerp rekening mee wordt gehouden door bijvoorbeeld een hogere berm te ontwerpen.
Landschap	Kruidenrijk grasmengsel op taluds en berm, buitendijks	Een bloemrijke berm draagt bij aan de biodiversiteit, een doelstelling van o.a. het Waterschap.
Landschap	Kruidenrijk grasmengsel op taluds en berm, binnendijks	
Landschap	Behoud smalle dijk met steile taluds	Vanuit het perspectief van ruimtelijke kwaliteit en behoud bestaande waarden (hier; smalle dijk, steile taluds) wordt een alternatief met deze kenmerken meegenomen.
Landschap	Opgaande begroeiing op steunen en pipingbermen met een leeflaag of overhoogte	Opgaande begroeiing zoals struiken en bomen kunnen bijdragen aan natuurdoelen. Hier dient dan rekening mee gehouden te worden in het ontwerp.
Landschap	Opgaande begroeiing voorland	
Landschap	Bestaande beeldbepalende bomen langs de dijk behouden	Bomen zijn waardevolle elementen voor zowel de ecologie als de ruimtelijke beleving. Ook kunnen zij bijdragen aan richting geven. Er wordt in het ontwerp getracht waar kan deze bomen te behouden.
Landschap	Natuurvriendelijke watergang (met kleiinzetting)	Door watergangen natuurlijk in te richten, wordt de biodiversiteit bevorderd.
Landschap	Verlengde bermen (geleidelijke overgang)	In sommige gevallen kan een berm een gebiedsvreemd element in het landschap

Familie	Bouwsteen	Toelichting
		vormen, en bovendien de leesbaarheid van de dijk verkleinen. Door de berm met een flauw talud af te laten lopen, gaat deze als het ware over in het huidige maaiveld. In de alternatieven is dit <u>niet</u> als specifiek uitgangspunt meegenomen om eventuele overschatting van negatieve effecten te voorkomen. Het verlengen van bermen wordt in sommige gevallen als een mogelijke optimalisatie op het ontwerp gezien.
Landschap	Aansluiten op inrichting Via15	Op de locatie waar de A15 de dijk zal gaan kruisen (project ViA15), wordt het dijkontwerp door Rijkswaterstaat gemaakt en uitgevoerd. Het is van belang dat het ontwerp (VKA) van deze verkenning (landschappelijk) aansluit op het ontwerp van het project ViA15.

4.3 Mogelijke alternatieven

4.3.1 Combineren van bouwstenen

In de tweede stap zijn de bouwstenen gecombineerd tot mogelijke alternatieven. Een mogelijk alternatief is een logische combinatie van verschillende bouwstenen, waarbij een balans gezocht wordt tussen de maatregelen voor waterveiligheid en invulling van wensen uit het gebied. Tegelijkertijd kan een mogelijk alternatief een extreme vorm van een principe weerspiegelen; bijvoorbeeld een alternatief dat zoveel mogelijk is opgebouwd uit (gebiedseigen) grond, of een alternatief met zo min mogelijk ruimtebeslag. Bij het samenstellen van mogelijke alternatieven wordt nog breed gekeken; alle toepasbare bouwstenen die zijn geïnventariseerd krijgen een plek. Met de mogelijke alternatieven wordt zo eerst de bandbreedte aan mogelijkheden, de randen van het speelveld, verkend. Geborgd wordt dat alle denkbare elementen voor een oplossing worden meegenomen en de verdere afweging zorgvuldig en compleet kan plaatsvinden. Met als doel te voorkomen dat er later in de verkenning alsnog nieuwe oplossingen op tafel komen en stappen opnieuw moeten worden doorlopen.

4.3.2 Uitgangspunten en projectdoelstellingen

De uitgangspunten en randvoorwaarden die het Waterschap en HWBP hanteren bij dijkversterkingen (zoals toegelicht in paragraaf 2.2 en 2.3) zijn ook betrokken bij het samenstellen van de mogelijke alternatieven. Eén van de alternatieven is steeds zoveel mogelijk opgebouwd uit grond (naast oplossingen met constructies). Ook worden nu alternatieven meegenomen waarbij de maatregelen zoveel mogelijk binnendijks liggen (naast ook buitendijkse oplossingen). Door deze principes door te voeren en in de alternatieven mee te nemen, kan later in de verkenning een goede afweging worden gemaakt. Ook de projectdoelstellingen (zoals toegelicht in paragraaf 2.1) liggen mede ten grondslag aan de mogelijke alternatieven. De alternatieven voldoen aan de gestelde hoogwaterveiligheidseisen én geven (in meer of mindere mate) invulling aan de overige

doelen in relatie tot beheer, omgevingswaarden en duurzaamheid (in de vorm van gebiedsbouwstenen).

4.3.3 Mogelijke alternatieven per ontwerpvlak

Bij het samenstellen van de mogelijke alternatieven is gekeken naar de specifieke kenmerken (ruimtelijk, landschappelijk, bestaande functies) én waterveiligheidsopgaven per ontwerpvlak. Omdat kenmerken en opgaven verschillen per ontwerpvlak, volgt er per ontwerpvlak een serie aan mogelijke alternatieven. Een mogelijk alternatief wordt in de verkenning eerst voor de volledige strekking van het ontwerpvlak verkend. Pas in de vervolgstap (van kansrijke alternatieven naar voorkeursalternatief) zal een alternatief preciezer worden ontworpen en worden 'maatwerklocaties' aangewezen. Een maatwerklocatie is een plek waar de principe oplossing uit het alternatief niet mogelijk is en lokaal een andere oplossing onderzocht moet worden.

Er zijn ook gebiedsbouwstenen die over een langer traject van toepassing zijn, bijvoorbeeld over een ontwerpvlak grens heen of in tussenliggende vakken waar géén waterveiligheidsopgave is. Dat geldt bijvoorbeeld voor de kansen voor een verkeersveilige dijk of voor de wens vanuit het dijkbeheer voor aanpassing van een stuk dijk om deze beter te kunnen beheren. Dergelijke gebiedsbouwstenen worden als potentiële meekoppelkansen meegenomen in het vervolg van de verkenning (zie ook paragraaf 6.2).

4.3.4 Participatieproces naar Mogelijke Alternatieven

Eén van de projectdoelstellingen is om de planvorming voor de dijkversterking in nauwe samenwerking met de omgeving uit te voeren. In elke stap van de verkenning wordt de omgeving o.a. in de vorm van bewonersavonden betrokken.

Eerste bewonersavonden: naar mogelijke alternatieven

In de stap naar mogelijke alternatieven is een eerste ronde van deze bewonersavonden gehouden. Bij de clustertafelavonden zijn belanghebbenden langs de dijk (bewoners, eigenaren) uitgenodigd, bij de thematafelavond organisaties en betrokkenen rondom verschillende thema's (natuurwaarden, erfgoed & cultuurhistorie, verkeer & recreatie en landbouw & bedrijven). Tijdens deze avonden is stilgestaan bij de mogelijke alternatieven. Deze zijn toegelicht en aan deelnemers is gevraagd om aan het waterschap mee te geven: wensen die betrekking hebben op de dijk en directe omgeving, aandachtspunten (kansen of zorgen) en of men andere mogelijkheden ziet om de dijk te versterken of dat er nog iets wordt gemist in het palet aan mogelijke alternatieven.

Er zijn verschillende aandachtspunten en suggesties opgehaald. Een deel van de inbreng heeft betrekking op punten die al bekend waren en ook (als gebiedsbouwsteen) al een plek in de mogelijke alternatieven hebben. Bijvoorbeeld:

- De verkeersveiligheid op de dijk. Men ervaart de dijk als verkeersonveilig door hardrijders, een te smalle weg en zwaar verkeer. Vooral voor fietsers. Dit is de reden waarom er een wens is voor een vrijliggend fietspad.
- Houd rekening met cultuurhistorische waarden en belangrijke landschapselementen, zoals het kerkhof, heggen en bomen.

In hoofdstuk 5 zijn de mogelijke alternatieven beschreven en weergegeven.

5 Mogelijke alternatieven: algemene beschrijving

In de Rapportage Mogelijke Alternatieven [Bron 16] zijn de mogelijke alternatieven en hun totstandkoming toegelicht. Hieronder is een samenvatting opgenomen.

Voor de beoordeling van de mogelijke alternatieven geldt dat een groot deel van de aspecten uit het afweegkader locatie specifiek zijn, denk hierbij aan de beoordeling op natuurwaarden, ruimtelijke kwaliteit en beleving en historische waarden. In hoofdstuk 6 zijn de alternatieven per ontwerpvlak beoordeeld op deze aspecten.

De volgende mogelijke alternatieven komen voor in de dijkversterking van deeltraject Sterreschans-Huissen:

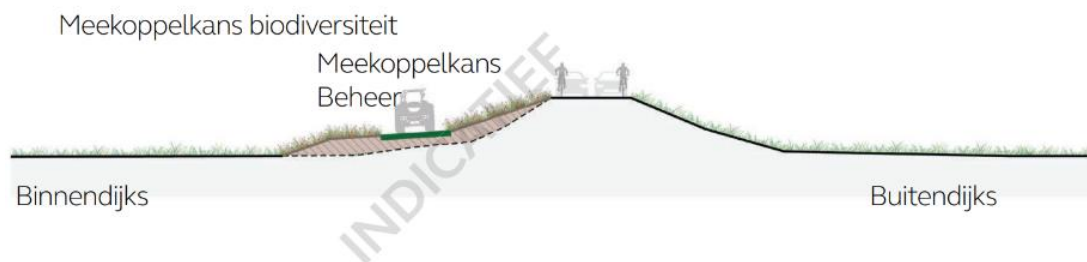
- Paragraaf 5.1 Grond binnendijks
- Paragraaf 5.2 Grond buitendijks
- Paragraaf 5.3 Constructies binnendijks (bij beperkte ruimte)
- Paragraaf 5.4 Constructie buitendijks (bij beperkte ruimte)
- Paragraaf 5.5 Beperken van overslag, buitendijks (tuimelkade)
- Paragraaf 5.6 Vierkant versterken
- Paragraaf 5.7 Locatie specifieke alternatieven voor hoogte opgave Sterreschans
- Paragraaf 5.8 Locatie specifieke alternatieven bij wielen
- Paragraaf 5.9 Locatie specifieke alternatieven bij afgekeurde langsconstructie

5.1 Grond binnendijks

In dit alternatief wordt landinwaarts (binnendijks) versterkt met grond. Dit alternatief heeft het **grootste binnendijkse ruimtebeslag**. Dit alternatief kan zowel worden ingezet voor de opgave voor macrostabiliteit binnenwaarts (STBI) als piping en heave (STPH) of de combinatie hiervan en kent de volgende verschijningsvormen:

- Verflauwen van het binnentalud eventueel aangevuld met een stabiliteitsberm ten behoeve van STBI;
- Pipingberm ten behoeve van STPH;

De binnendijkse grondoplossing is **in bijna alle ontwerpvlakken** een mogelijk alternatief. Alleen in vak 1 is dit alternatief niet mogelijk omdat er binnendijks geen ruimte is. Hieronder zijn de bijbehorende profielen indicatief weergegeven. Daarna zijn in onderstaande schema de algemene voor- en nadelen van dit alternatief opgenomen.



Figuur 5-1: Alternatief in grond; uitgaande van opgave macrostabiliteit binnendijks (flauw talud en kortere hoge berm)

Meekoppelkans biodiversiteit



Figuur 5-2: Alternatief in grond; uitgaande van opgave piping en heave (langere lage berm), biedt inclusief taludverflauwing ook oplossing voor macrostabiliteit binnenwaarts

<p>Dit alternatief scoort in de basis altijd positief op de criteria</p>	<p>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.</p> <p>Riviersysteem: Bij een binnendijkse versterking met grond vinden geen buitendijkse veranderingen plaats, waardoor het riviersysteem niet wordt beïnvloed.</p> <p>Investeringskosten en subsidiabiliteit: Een versterking met grond is vaak betaalbaarder dan het gebruik van een constructie, wat de subsidiabiliteit ten goede komt.</p>
<p>Dit alternatief scoort in de basis minder goed op de criteria</p>	<p>Inpassing in de omgeving: Grote grondaanvullingen kunnen het unieke karakter van het smalle, steile en kronkelende karakter van de dijk aantasten.</p> <p>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.</p>

5.2 Grond buitendijks

Als tegenhanger van het binnendijkse alternatief in grond, wordt in dit alternatief juist rivierwaarts (buitendijks) versterkt met grond. Dit alternatief heeft het **grootste buitendijkse ruimtebeslag**.

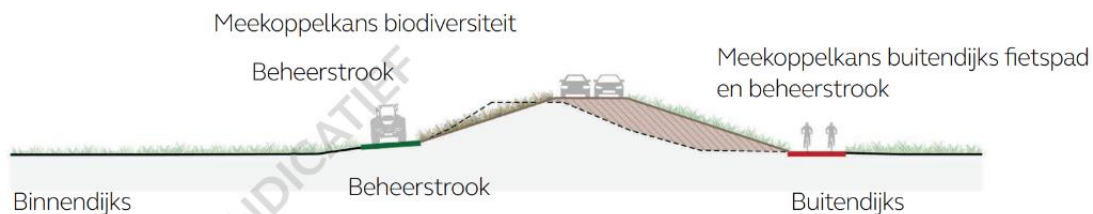
Dit alternatief kan zowel worden ingezet voor de waterveiligheidsopgave voor macrostabiliteit binnenwaarts (STBI) als piping en heave (STPH), of de combinatie hiervan en kent de volgende verschijningsvormen:

- Herprofilering van de dijk vanaf de bestaande binnenteen door: eventueel een stabiliteitsberm gevolgd door een verflauwd talud van 1:3, een nieuwe kruin met huidige kruinbreedte, een buitentalud van 1:3 en een fietspad bij de teen. Ten behoeve van STBI.
- Het verhogen van weerstand in het voorland die buitendijks ondergronds wordt aangebracht, zoals een klei graving. Ten behoeve van STPH.

Omdat de twee verschijningsvormen een andere impact hebben worden beide hieronder apart belicht. Naast beide vormen is ook nog een gecombineerde vorm mogelijk in het geval van een STBI- en STPH-opgave. Deze is onder de herprofilering getoond, omdat de voor- en nadelen vooral worden bepaald door de buitendijkse herprofilering van de kering.

5.2.1 Herprofilering van de dijk vanaf de bestaande binnenteen

De buitendijkse grondoplossing is **in alle ontwerpvakken met een stabiliteitsopgave** een mogelijk alternatief. Hieronder zijn de bijbehorende profielen indicatief weergegeven. Daarna zijn in onderstaande onderstaand schema zijn de algemene voor- en nadelen van dit alternatief opgenomen.



Figuur 5-3: Alternatief in grond, buitendijks; uitgaande van opgave macrostabiliteit (kruin verhoging en taludverflauwing)



Figuur 5-4: Alternatief in grond, buitendijks; uitgaande van opgave piping en heave (weerstand voorland) en macrostabiliteit binnenwaarts (kruin verhoging en taludverflauwing).

<p>Dit alternatief scoort in de basis altijd positief op de criteria</p>	<p>Beheerbaarheid: Het verflauwen van de taludhelling naar 1:3 bij de buitendijkse grondoplossing draagt bij aan een betere beheerbaarheid, zoals vastgelegd in doelstellingen.</p> <p>Veiligheid gebruiksfase: Het aanpassen van de taludhellingen naar 1:3 verhoogt de veiligheid tijdens de gebruiksfase en sluit aan bij de doelstellingen van beheer.</p>
<p>Dit alternatief scoort in de basis minder goed op de criteria</p>	<p>Gebruik en draagvlak: Door de versterking buitendijks uit te voeren, blijven binnendijkse waarden en functies behouden, zoals wonen, werken en landbouw. Echter worden veel van de uiterwaarden ook agrarisch gebruikt, waardoor een buitendijkse oplossing in grond ook vraagt om ruimte op agrarische percelen. Dit kan invloed hebben op het gebruik en het draagvlak in de omgeving.</p> <p>Riviersysteem: Met een buitendijkse grondoplossing verandert het buitendijks gelegen gebied, waardoor het riviersysteem wordt beïnvloed.</p> <p>Inpassing in de omgeving: Buitendijkse dijkversterkingen kunnen het unieke karakter van het smalle, steile en kronkelende karakter van de dijk aantasten.</p> <p>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</p>

logistiek rondom mogelijke hoogwatersituaties. Daarnaast moet de weg op de dijk afgebroken en opnieuw opgebouwd moeten worden.

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. Daarnaast moet de weg op de dijk afgebroken en opnieuw opgebouwd moeten worden, wat extra kosten met zich meebrengt.

5.2.2 Weerstand verhogen voorland

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** een mogelijk alternatief. Hieronder zijn de bijbehorende profielen indicatief weergegeven. Daarna zijn in onderstaande schema zijn de algemene voor- en nadelen van dit alternatief opgenomen.



Figuur 5-5: Alternatief in grond, buitendijks; uitgaande van opgave piping en heave (weerstand voorland)

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. Daarnaast kunnen de bestaande functies na aanleg weer terugkomen.

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 scoort dus goed op 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.

5.3 Constructies binnendijks (bij beperkte ruimte)

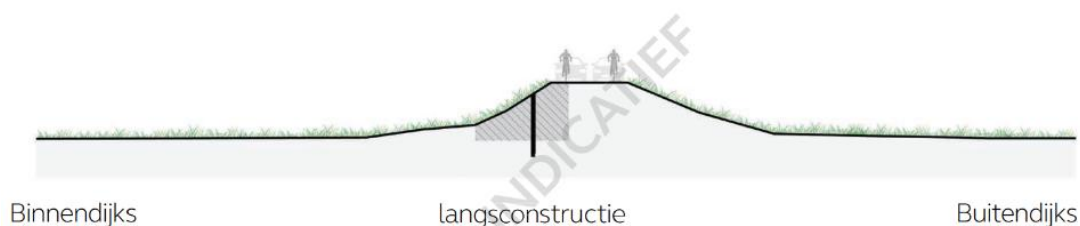
5.3.1 Langsconstructie binnendijks

Dit alternatief 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.

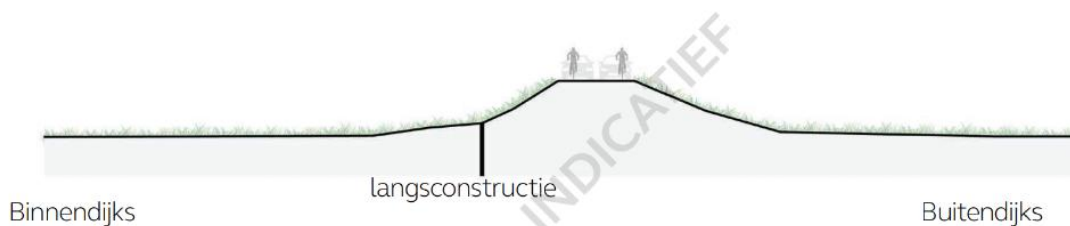
Dit alternatief kan zowel worden ingezet voor de waterveiligheidsopgave voor macrostabiliteit binnenwaarts (STBI) als piping en heave (STPH), of de combinatie hiervan. In de beoordeling is uitgegaan van onderstaande constructies:

- Grondverbetering binnentalud ten behoeve van STBI (mogelijk in combinatie met een van de langsconstructies);
- Langsconstructie binnentalud ten behoeve van STBI;
- Langsconstructie binnenteen ten behoeve van STPH;
- Gecombineerde langsconstructie binnentalud ten behoeve van STBI en STPH.

De constructie binnendijks is **in bijna alle ontwerpvakken** een mogelijk alternatief. Alleen in vak 1 is dit alternatief niet toepasbaar, omdat hier geen STBI- of STPH-opgave speelt. Hieronder zijn de bijbehorende profielen indicatief weergegeven. Daarna zijn in onderstaande schema zijn de algemene voor- en nadelen van dit alternatief opgenomen.



Figuur 5-6: Alternatief met constructies binnendijks; uitgaande van opgave macrostabiliteit binnendijks (damwand en/of dijkvernageling) biedt door verlenging damwand ook een oplossing voor piping en heave.



Figuur 5-7: Alternatief met constructies binnendijks; uitgaande van opgave piping en heave (damwand in de binnentee)

<p>Dit alternatief scoort in de basis altijd positief op de criteria</p>	<p>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.</p> <p>Riviersysteem: Met het plaatsen van een constructie vinden geen buitendijkse veranderingen plaats, waardoor het riviersysteem niet wordt beïnvloed.</p> <p>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. De ruimtelijke impact is daarmee beperkt.</p> <p>Gebruik en draagvlak: Met het plaatsen van een constructie kunnen binnen- of buitendijks aanwezige waarden en functies, zoals wonen, werken en landbouw behouden blijven.</p>
<p>Dit alternatief scoort in de basis minder goed op de criteria</p>	<p>Beheerbaarheid en veiligheid gebruiksfase: Bij het plaatsen van een constructie wordt het huidige, steile dijktafstand niet aangepast. Deze te steile taludhelling sluit niet aan bij de doelstellingen voor beheerbaarheid.</p> <p>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.</p> <p>Veiligheid realisatiefase: Het plaatsen van constructies brengt over het algemeen meer risico met zich mee, zoals hijswerk en trillingen.</p> <p>Investeringskosten en subsidiabiliteit: Het plaatsen van een constructie is vaak duurder dan een versterking in grond, waardoor de subsidiabiliteit afneemt.</p>

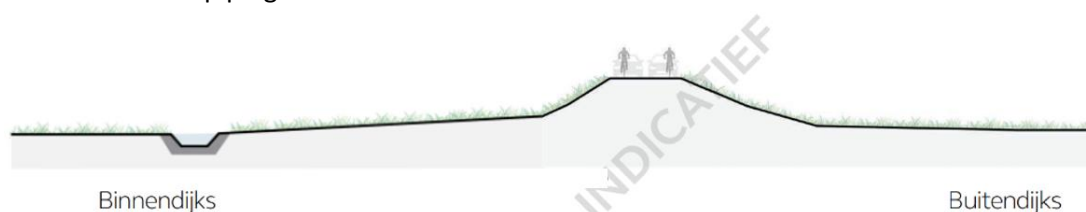
5.3.2 Filterconstructie binnendijks

Bij het aanleggen van een filterconstructie in een binnendijkse watergang behoudt de dijk het bestaande smalle profiel. Dit alternatief kan alleen worden ingezet voor de waterveiligheidsopgave piping en heave (STPH).

De filterconstructie binnendijks is een mogelijke oplossing voor de piping opgave **in ontwerpvakken 4B en 9** omdat hier een binnendijkse watergang aanwezig is met een piping opgave. Deze oplossing is alleen zelfstandig toepasbaar als er tussen de dijk en de watergang geen opbarstpunten met pipingopgave aanwezig zijn. Anders zou de maatregel gecombineerd moeten worden met een pipingberm tussen de teen van de dijk en de watergang.

Hieronder is het bijbehorende profiel indicatief weergegeven. Daarna zijn in het schema de algemene voor- en nadelen van dit alternatief opgenomen.

Aanvullend kan ook op locaties waar geen watergang aanwezig is een filterconstructie worden toegepast in de vorm van een grindkoffer. In dit geval wordt een nieuwe greppel gegraven met een grindfilter op de bodem die de deklaag in het achterland doorbreekt en de stijghoogte in het watervoerend pakket ontlast [Bron 19]. Deze oplossing is later ingebracht in het proces (na zeef 1) en in onderstaande beoordeling niet meegenomen, maar lijkt in veel opzichte op de filterconstructie, behalve dat er wel extra ruimte nodig is om de maatregel aan te kunnen leggen. Deze extra ruimte is altijd kleiner dan de benodigde ruimte voor een pipingberm.



Figuur 5-8: Alternatief met filterconstructie in een binnendijkse watergang; uitgaande van opgave piping en heave.

Dit alternatief scoort in de basis altijd positief op de criteria

Riviersysteem: Het plaatsen van een filter in een bestaande watergang leidt niet tot buitendijkse veranderingen, waardoor het riviersysteem niet wordt beïnvloed.

Uitvoerbaarheid: Het aanbrengen van een filter in een ondiepe watergang is over het algemeen eenvoudig uit te voeren.

Inpassing in de omgeving: Bij het plaatsen van een filter in een bestaande watergang 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.

Gebruik en draagvlak: Met het plaatsen van een filterconstructie kunnen binnen- of buitendijks aanwezige waarden en functies, zoals wonen, werken en landbouw behouden blijven.

Investeringskosten en subsidiabiliteit: Het aanbrengen van een filterconstructie 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

Beheerbaarheid en veiligheid gebruiksfase: Het plaatsen van een filter in een watergang, zorgt voor een te beheren element onder water, wat moeilijker te beheren en inspecteren is.

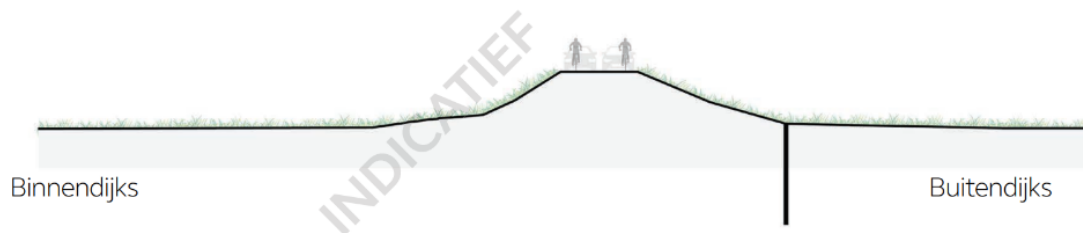
Veiligheid realisatiefase: Het plaatsen van een filterconstructie brengt over het algemeen meer risico met zich mee, zoals werken bij water.

5.4 Constructie buitendijks (bij beperkte ruimte)

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. Hier wordt geen extra ruimte voor een beheerstrook

gereserveerd. Dit alternatief kan worden ingezet voor de waterveiligheidsopgave voor piping (STPH).

De constructie buitendijks is **in alle ontwerpvakken met een pipingopgave** een mogelijk alternatief. Hieronder zijn de bijbehorende profielen indicatief weergegeven. Daarna zijn in onderstaande schema zijn de algemene voor- en nadelen van dit alternatief opgenomen.



Figuur 5-9: Alternatief met constructies buitendijks; uitgaande van opgave piping (damwand)

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. De ruimtelijke impact is daarmee beperkt.

Gebruik en draagvlak: Met het plaatsen van een constructie kunnen binnen- en buitendijks 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.

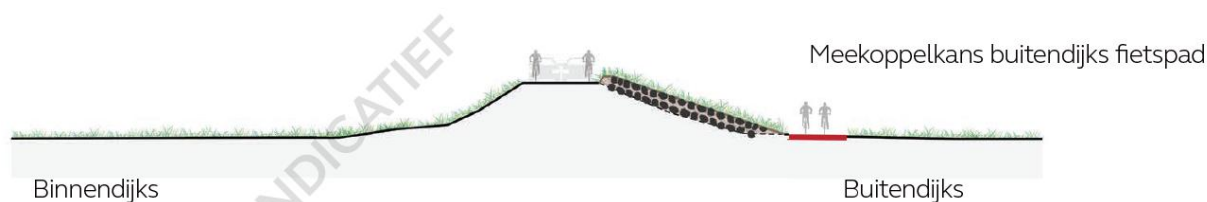
Veiligheid realisatiefase: Het plaatsen van constructies brengt over het algemeen meer risico met zich mee, zoals hijswerk en trillingen.

Investeringskosten en subsidiabiliteit: Het plaatsen van een constructie is vaak duurder dan een versterking in grond, waardoor de subsidiabiliteit afneemt. Daarnaast dient een buitendijkse constructie langer zijn dan de binnendijkse variant, waardoor de buitendijkse optie duurder is.

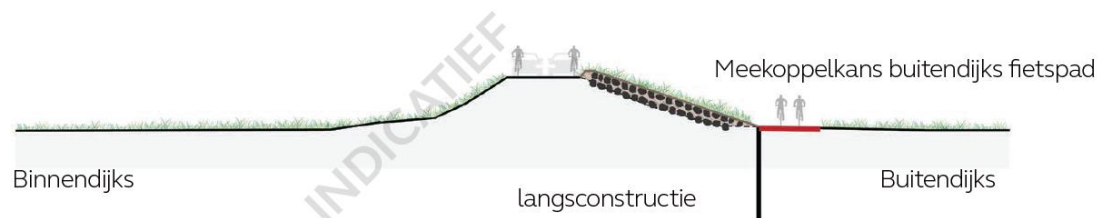
5.5 Beperken van overslag, buitendijks (tuimelkade)

In dit alternatief vinden de werkzaamheden **buitendijks en op de kruin** plaats. De binnendijkse inrichting blijft gelijk. Door middel van een smalle gronddijk op de bestaande kruinhoogte wordt overslag tegengegaan. Voor vermindering van de golfhoogte wordt een ruwe talusbekleding aangebracht. De bestaande weg wordt behouden, hierdoor wordt de dijk beperkt naar buiten verbreed. Binnendijks kunnen de functies behouden blijven. Dit alternatief kan worden ingezet voor de waterveiligheidsopgave voor macrostabiliteit binnenwaarts (STBI) en eventueel gecombineerd met een constructie ook voor piping (STPH).

De tuimelkade is **in alle ontwerpvakken met een stabiliteitsopgave veroorzaakt door overslag** een mogelijk alternatief. Hieronder zijn de bijbehorende profielen indicatief weergegeven. Daarna zijn in onderstaande schema zijn de algemene voor- en nadelen van dit alternatief opgenomen.



Figuur 5-10: Alternatief beperking van overslag, uitgaande van opgave macrostabiliteit (tuimelkade en ruwe talusbekleding)



Figuur 5-11: Alternatief beperking van overslag, uitgaande van opgave macrostabiliteit (tuimelkade en ruwe talusbekleding) en piping (langsconstructie buitenteen)

Dit alternatief scoort in de basis altijd positief op de criteria

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

Gebruik en draagvlak: Door de versterking buitendijks uit te voeren, blijven binnendijkse waarden en functies behouden, zoals wonen, werken en landbouw. Echter worden veel van de uiterwaarden ook agrarisch gebruikt, waardoor een (beperkte) buitendijkse oplossing in grond ook vraagt om ruimte op agrarische percelen. Dit kan invloed hebben op het gebruik en het draagvlak in de omgeving.

Riviersysteem: Er vindt een beperkte buitendijkse veranderingen plaats, waardoor het riviersysteem mogelijk wordt beïnvloed.

Beheerbaarheid en veiligheid gebruiksfase: Het behouden van de te steile taludhelling sluit niet aan bij de doelstellingen voor beheerbaarheid. Bovendien wordt de dijk aan de buitenzijde verhoogd. Omdat de beheerder het buitentalud niet vanaf de weg kan overzien, wordt de inspectie tijdrovender.

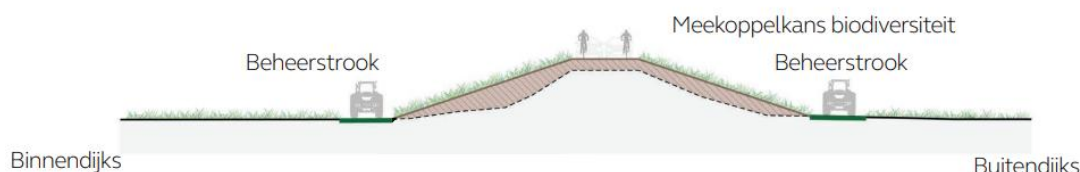
Inpassing in de omgeving: De lokale tuimelkade verandert het karakter en de verschijningsvorm van de dijk wezenlijk en is daarmee ruimtelijk geen passende oplossing.

Uitvoerbaarheid en veiligheid realisatiefase: De veiligheid tijdens de realisatiefase is bij werken vanaf de kruin in het geding. Dit komt door de smalle werkstrook/wegdek.

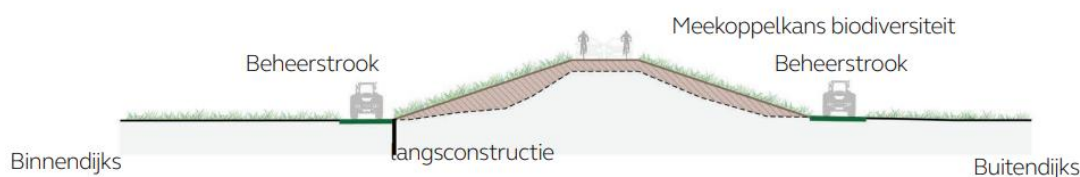
5.6 Vierkant versterken

Met vierkant versterken wordt bedoeld dat de versterking in grond zowel binnen- als buitendijks is uitgevoerd. De **kruin wordt verhoogd** om overslag tegen te gaan. Voor extra stabiliteit worden de taluds verflauwd naar 1:3; dat draagt ook bij aan verbetering van het maaibeheer. Dit alternatief kan worden ingezet voor de waterveiligheidsopgave voor macrostabiliteit binnenwaarts (STBI en eventueel gecombineerd met een constructie ook voor piping (STPH).

Het alternatief 'vierkant versterken' is in beginsel alleen meegenomen vanwege de bredere kruin ten behoeve van verkeersveiligheid. De gedachte was dat voor de toekomstige ontsluiting van een nog te ontwikkelen woonwijk tussen Angeren en Huissen (vak 8 tot en met 10) een verbreding van de weg de verkeersveiligheid zou verbeteren i.r.t. het extra verkeer. Dit alternatief is dan ook **in alle ontwerpvakken tussen Angeren en Huissen (vak 8 t/m 10)** een mogelijk alternatief. Hieronder zijn de bijbehorende profielen indicatief weergegeven. Daarna zijn in onderstaande schema zijn de algemene voor- en nadelen van dit alternatief opgenomen.



Figuur 5-12: Alternatief vierkant versterkt; uitgaande van opgave macrostabiliteit binnenwaarts



Figuur 5-13: Alternatief vierkant versterkt; uitgaande van opgave macrostabiliteit binnenwaarts en piping

<p>Dit alternatief scoort in de basis altijd positief op de criteria</p>	<p>Beheerbaarheid: Het verflauwen van de taludhelling naar 1:3 bij de buitendijkse grondoplossing draagt bij aan een betere beheerbaarheid, zoals vastgelegd in doelstellingen.</p> <p>Veiligheid gebruiksfase: het verbreden van de weg verbetert de verkeersveiligheid. Daarnaast verhoogt het aanpassen van de taludhellingen naar 1:3 de veiligheid tijdens de gebruiksfase en sluit aan bij de doelstellingen van beheer.</p>
<p>Dit alternatief scoort in de basis minder goed op de criteria</p>	<p>Gebruik en draagvlak: Door de versterking zowel binnen- als buitendijks uit te voeren, worden zowel binnen- als buitendijkse waarden en functies geraakt, zoals wonen, werken en landbouw. Dit kan invloed hebben op het gebruik en het draagvlak in de omgeving.</p> <p>Riviersysteem: Er vindt een buitendijkse veranderingen plaats, waardoor het riviersysteem mogelijk wordt beïnvloed.</p> <p>Inpassing in de omgeving: Een vierkant versterking verandert het karakter en de verschijningsvorm van de dijk wezenlijk. De ruimtelijke impact is daarmee enorm.</p> <p>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. Daarnaast moet de weg op de dijk afgebroken en opnieuw opgebouwd moeten worden.</p> <p>Investeringskosten en subsidiabiliteit: Een versterking met grond is vaak betaalbaarder dan het gebruik van een constructie. Maar een vierkante versterking vereist aanzienlijk meer grondverzet dan een binnendijkse grondoplossing. Daarnaast moet de weg op de dijk afgebroken en opnieuw opgebouwd moeten worden, wat extra kosten met zich meebrengt.</p>

5.7 Alternatieven voor hoogteopgave Sterreschans

Het profiel van de dijk bij ontwerpvak 1 wijkt sterk af van het standaard profiel dat op andere plekken in dit traject gevonden wordt. Achter de kruin van de dijk ligt namelijk direct de woonkern van Sterreschans op nagenoeg dezelfde hoogte als de kruin van de dijk. Hierdoor is de "dijk" ca 90m breed. Omdat in Sterreschans een hoogteopgave speelt en de huizen direct naast de weg liggen op het hoogste punt van de dijk is binnendijks versterken hier geen optie. Het betreft een beperkte hoogte opgave van minder dan 50 cm. Voor dit vak zijn drie verschillende alternatieven uitgewerkt. Twee buitendijkse alternatieven in grond en één constructieve oplossing op de buitenkruin .

5.7.1 Grond buitendijks – hoogte kruin en buitentalud

In dit alternatief wordt de weg op de kering opgehoogd om de benodigde hoogte toe te voegen, daarbij is het dan ook nodig om extra grond aan te brengen tegen het buitentalud om een steiler buitentalud te voorkomen. Eventueel kan hierbij het buitentalud zelf nog verder verflauwd worden of afgewerkt worden met ruwe taludbekleding om eventuele oploop van golven te remmen.

Hieronder zijn de bijbehorende profiel indicatief weergegeven. Daarna zijn in onderstaande schema zijn de algemene voor- en nadelen van dit alternatief opgenomen.



Figuur 5-14: Alternatief in grond, buitendijks, kruin en talud; uitgaande van opgave hoogte

<p>Dit alternatief scoort in de basis altijd positief op de criteria</p>	<p>Beheerbaarheid: Het verflauwen van de taludhelling naar 1:3 bij de buitendijkse grondoplossing draagt bij aan een betere beheerbaarheid, zoals vastgelegd in doelstellingen.</p> <p>Veiligheid gebruiksfase: Het aanpassen van de taludhellingen naar 1:3 verhoogt de veiligheid tijdens de gebruiksfase en sluit aan bij de doelstellingen van beheer.</p> <p>Inpassing in de omgeving: De ophoging van de weg en het aanhelen van het buitendijkse talud, zorgen ervoor dat het dijkprofiel na aanleg dezelfde vorm heeft als de huidige dijk.</p>
<p>Dit alternatief scoort in de basis minder goed op de criteria</p>	<p>Gebruik en draagvlak: Door de versterking buitendijks uit te voeren, blijven binnendijkse waarden en functies behouden, zoals wonen en werken. Echter kan de ophoging van de weg het draagvlak beïnvloeden.</p> <p>Riviersysteem: Er vindt een beperkte buitendijkse veranderingen plaats, waardoor het riviersysteem mogelijk wordt beïnvloed.</p> <p>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. Daarnaast moet de weg op de dijk afgebroken en opnieuw opgebouwd moeten worden.</p> <p>Investeringskosten en subsidiabiliteit: Een versterking met grond is vaak betaalbaarder dan het gebruik van een constructie. Maar omdat er in het buitentalud een harde bekleding is verwerkt en de weg opgehoogd wordt, zullen beide afgebroken en opnieuw opgebouwd moeten worden. Wat extra kosten met zich meebrengt.</p>

5.7.2 Grond buitendijks – hoogte buitentalud

In tegenstelling tot het alternatief in paragraaf 5.7.1 blijft de weg in dit alternatief onveranderd. Om toch voldoende hoogte toe te voegen wordt gekozen voor een verhoogde wegberm of eventueel een tuimelkade net naast de huidige weg. Hiervoor moet extra grond worden aangebracht op het buitendijkse talud.

Hieronder zijn de bijbehorende profiel indicatief weergegeven. Daarna zijn in onderstaande schema zijn de algemene voor- en nadelen van dit alternatief opgenomen. Dit alternatief scoort anders dan de tuimelkade, omdat de benodigde hoogte hier kleiner is.



Figuur 5-15: Alternatief in grond, buitendijks talud; uitgaande van opgave hoogte

<p>Dit alternatief scoort in de basis altijd positief op de criteria</p>	<p>Beheerbaarheid: Het verflauwen van de taludhelling naar 1:3 bij de buitendijkse grondoplossing draagt bij aan een betere beheerbaarheid, zoals vastgelegd in doelstellingen.</p> <p>Veiligheid gebruiksfase: Het aanpassen van de taludhellingen naar 1:3 verhoogt de veiligheid tijdens de gebruiksfase en sluit aan bij de doelstellingen van beheer.</p> <p>Gebruik en draagvlak: Door de versterking buitendijks uit te voeren, blijven binnendijkse waarden en functies behouden, zoals wonen en werken.</p>
<p>Dit alternatief scoort in de basis minder goed op de criteria</p>	<p>Riviersysteem: Er vindt een beperkte buitendijkse veranderingen plaats, waardoor het riviersysteem mogelijk wordt beïnvloed.</p> <p>Inpassing in de omgeving: Het aanbrengen van een hoger object naast de weg zorgt voor een gebiedsvreemd element. Dit verandert het karakter en de verschijningsvorm van de dijk wezenlijk en is daarmee ruimtelijk geen passende oplossing.</p> <p>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.</p> <p>Investeringskosten en subsidiabiliteit: Een versterking met grond is vaak betaalbaarder dan het gebruik van een constructie. Maar omdat er in het buitentalud een harde bekleding is verwerkt, zal deze afgebroken en opnieuw opgebouwd moeten worden. Wat extra kosten met zich meebrengt.</p>

5.7.3 Hoogte constructie op kruin

In dit alternatief is gekozen voor een constructieve oplossing. Voor dit alternatief wordt een constructie op de buitenkruin geplaatst. Hierbij kan worden gedacht aan een gemetselde rand of muurtje (afhankelijk van de benodigde hoogte) of een zitrand met uitzicht over de uiterwaarden. Deze constructie is niet mogelijk op de binnenkruin omdat dit de toegang tot de aanwezige huizen zou beperken.

Hieronder is het bijbehorende profiel indicatief weergegeven. Daarna zijn in onderstaande schema zijn de algemene voor- en nadelen van dit alternatief opgenomen.



Figuur 5-16: Alternatief constructief, buitenkruin met zitrand; uitgaande van opgave hoogte.

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 bovengrondse constructie kan extra waarde voor de omgeving worden ingepast. Bijvoorbeeld door deze constructie in te passen als zitrand of bloembak. Door de beperkte hoogte van deze constructie wordt er geen zicht onttrokken aan de uiterwaard.

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

Investeringskosten en subsidiabiliteit: Het plaatsen van een constructie is vaak duurder dan een versterking in grond, maar omdat deze constructie boven de grond is en hiervoor geen vervanging van de weg of harde bekleding nodig is, scoort dit alternatief positief.

Dit alternatief scoort in de basis minder goed op de criteria

Beheerbaarheid en veiligheid gebruiksfase: De dijk wordt aan de buitenzijde verhoogd. Hierdoor kan de beheerder het talud mogelijk niet vanaf de weg overzien. Hierdoor wordt de inspectie mogelijk tijdrovender. Daarnaast vraagt een constructieve oplossing direct naast de weg extra aandacht i.r.t. veiligheid. Denk hierbij bijvoorbeeld aan beperktere uitwijkmogelijkheden voor verkeer.

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.

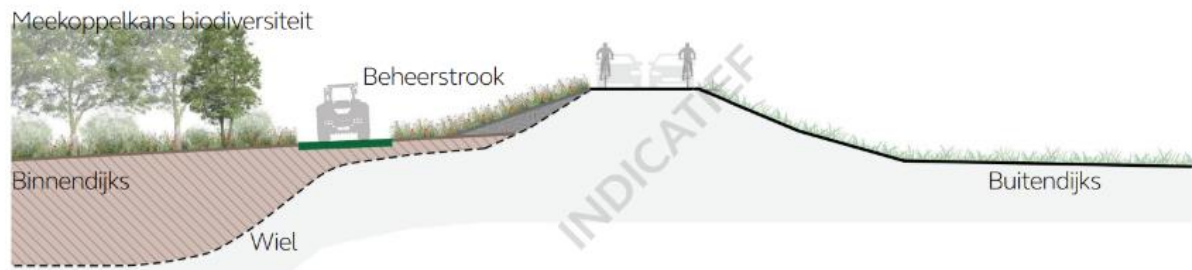
5.8 Aanvullende alternatieven bij wielen

Aanvullend op onderstaande alternatieven is op deze locaties ook het alternatief “constructie binnendijks” een mogelijk alternatief (paragraaf 5.3).

5.8.1 Opvullen wiel

Wanneer er een piping opgave is bij een wiel is een mogelijke oplossing in grond het opvullen van het wiel. Dit betekent dat dat het wiel (deels) gevuld wordt en ondieper wordt of verdwijnt. Zo wordt opbarsten in het wiel voorkomen.

Dit alternatief is mogelijk voor **kleine wielen met een piping opgave** (vak 8B). Hieronder is het bijbehorende profiel indicatief weergegeven. Daarna zijn in onderstaande schema zijn de algemene voor- en nadelen van dit alternatief opgenomen.



Figuur 5-17: Alternatief in grond, binnendijks; uitgaande van opgave piping en heave (lange lage berm incl. opvullen wiel)

Dit alternatief scoort in de basis altijd positief op de criteria

Riviersysteem: Het (deels) opvullen van een wiel leidt niet tot buitendijkse veranderingen, waardoor het riviersysteem niet wordt beïnvloed.

Uitvoerbaarheid en veiligheid realisatiefase: Bij het (deels) opvullen van een wiel wordt met grond gewerkt. Een grondoplossing is over het algemeen eenvoudig uit te voeren dan het aanbrengen van constructies en draagt bij aan de uitvoerbaarheid en veiligheid van de dijkversterking. Het werken langs water brengt wel extra risico's met zich mee.

Dit alternatief scoort in de basis minder goed op de criteria

Beheerbaarheid: Het (deels) opvullen van een wiel leidt niet tot aanpassingen aan het bestaande, steile dijktaalud. Behoud van de te steile taludhelling en toename van het te beheren gebied sluiten niet aan bij de doelstellingen voor beheerbaarheid.

Inpassing in de omgeving, gebruik en draagvlak: Het (deels) opvullen van een wiel leidt tot een afname/het verdwijnen van de cultuurhistorische waarde van het wiel en is daarmee ruimtelijk geen passende oplossing.

Veiligheid gebruiksfase: Het (deels) opvullen van een wiel leidt niet tot aanpassingen aan het bestaande, steile dijktaalud. Behoud van de te steile taludhelling sluit niet aan bij de doelstellingen voor beheerbaarheid.

Investeringskosten en subsidiabiliteit: Bij het (deels) opvullen van een wiel wordt met grond gewerkt. Een versterking met grond is vaak betaalbaarder dan het aanbrengen van een constructie, wat de subsidiabiliteit ten goede komt. Echter zijn wielen vaak erg diep en is de kans groot dat er erg veel grond toegepast moet worden, wat tot hoge kosten kan leiden.

5.8.2 Filter plaatsen in wiel

In dit alternatief wordt een filter in het wiel geplaatst. Het ruimtebeslag van de dijk blijft hiermee onveranderd. Door een filterlaag in het wiel te leggen wordt opbarsten in het wiel voorkomen.

Het filter plaatsen in een wiel is **in ontwerpvakken met een wiel en een piping opgave (vak 5, 8B en 9)** een mogelijk alternatief. Hieronder is het bijbehorende profiel indicatief weergegeven. Daarna zijn in onderstaande schema zijn de algemene voor- en nadelen van dit alternatief opgenomen.



Figuur 5-18: Alternatief met behoud huidig profiel; uitgaande van opgave piping en heave (filterconstructie in wiel)

<p>Dit alternatief scoort in de basis altijd positief op de criteria</p>	<p>Riviersysteem: Het plaatsen van een filter in een wiel leidt niet tot buitendijkse veranderingen, waardoor het riviersysteem niet wordt beïnvloed.</p> <p>Inpassing in de omgeving: Bij het plaatsen van een filter in een wiel 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. Zo lang het filter niet boven de waterstanden in het wiel uitkomt, is er ook geen impact aan de ruimtelijke kwaliteit van het wiel.</p>
<p>Dit alternatief scoort in de basis minder goed op de criteria</p>	<p>Beheerbaarheid: Het plaatsen van een filter in een wiel, zorgt voor een te beheren element onder water, wat moeilijker te inspecteren is.</p> <p>Uitvoerbaarheid en veiligheid realisatiefase: Bij het plaatsen van een filter in een wiel dient het filter onderwater aangelegd te worden op grote diepte, wat de uitvoering moeilijker maakt. Daarnaast brengt het werken langs water extra risico's met zich mee.</p> <p>Veiligheid gebruiksfase: Het plaatsen van een filter in een wiel leidt niet tot aanpassingen aan het bestaande, steile dijktaalud. Behoud van de te steile taludhelling sluit niet aan bij de doelstellingen voor beheerbaarheid.</p> <p>Investeringskosten en subsidiabiliteit: Het plaatsen van een filter in een wiel brengt naar verwachting hoge kosten met zich mee omdat het filter over een groot oppervlak aangebracht moet worden.</p>

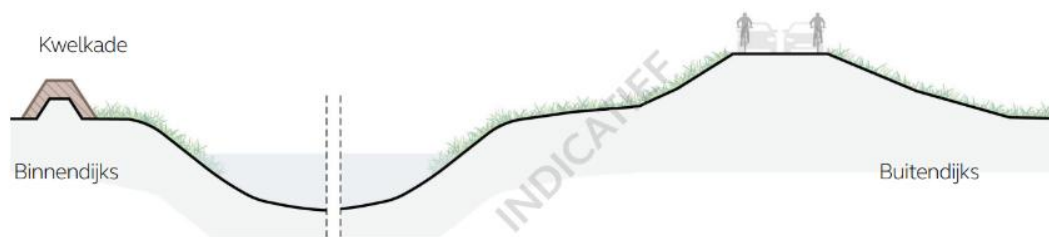
5.8.3 Kwelkade verhogen en in legger opnemen

In de huidige situatie is op plekken al een kwelkade aanwezig. De kwelkade is nu geen onderdeel van de legger waterkeringen. Dat betekent dat deze niet binnen het beheer van het waterschap valt en formeel niet bijdraagt aan de veiligheid van de dijk. Door de kwelkade te verhogen en op te nemen in de legger vervult de kwelkade deze functie wel.

Dit alternatief behoudt het bestaande profiel van de dijk en **benut de functie van de aanwezige kwelkade rondom een wiel**. Een kwelkade zorgt voor begrenzing van het binnendijkse waterpeil in een wiel. Door 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 in de legger opnemen van de kwelkade is **in ontwerpvak 8B** een mogelijk alternatief, omdat hier reeds een kwelkade aanwezig is in het landschap. Hieronder is het bijbehorende profiel indicatief weergegeven. Daarna zijn in onderstaande schema zijn de algemene voor- en nadelen van dit alternatief opgenomen.



Figuur 5-19: Alternatief met verhogen kwelkade en behoud van functie in de legger; uitgaande van opgave piping en heave

Dit alternatief scoort in de basis altijd positief op de criteria

Riviersysteem: Het verhogen en in de legger opnemen van een kwelkade leidt niet tot buitendijkse veranderingen, waardoor het riviersysteem niet wordt beïnvloed.

Inpassing in de omgeving: Bij het verhogen en in de legger opnemen van een kwelkade vindt geen aanpassing van de bestaande dijk plaats. Het smalle, steile en kronkelende karakter van de dijk blijft behouden. Deze optie is geschikt bij het versterken van een bestaande kwelkade, of als er cultuurhistorische aanleiding voor is.

Uitvoerbaarheid en veiligheid realisatiefase: Bij het verhogen en opnemen van de kwelkade in de legger 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 verhogen en opnemen van de kwelkade in de legger 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 verhogen en in de legger opnemen van een kwelkade leidt niet tot aanpassingen aan het bestaande, steile dijktaalud. Ook 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 verhogen en in de legger opnemen van een kwelkade leidt niet tot aanpassingen aan het bestaande, steile dijktaalud. Behoud van de te steile taludhelling sluit niet aan bij de doelstellingen voor beheerbaarheid.

5.9 Aanvullende alternatieven bij afgekeurde langsconstructie

Binnen het traject Sterreschans-Huissen is één langsconstructie afgekeurd op macrostabiliteit (ontwerpvak 10). Omdat deze situatie afwijkend is ten opzichte van de andere vakken, zijn hier aparte alternatieven voor opgesteld.

Direct aan de binnendijkse kant van de dijk ligt onderaan het steile talud een watergang rondom het Dominicanenklooster Huissen. Hierdoor zien de alternatieven in grond binnendijks er anders uit dan in het basisalternatief. Onderstaand zijn drie oplossingen in grond gegeven. Aanvullend op onderstaande alternatieven zijn op deze locatie ook het alternatief “constructie binnendijks” (paragraaf 5.3) en buitendijks versterken in grond (paragraaf 5.2.1) een mogelijk alternatief.

5.9.1 Grond binnendijks inclusief dempen watergang

Ten behoeve van de opgave macrostabiliteit binnendijks is een taludverflauwing binnendijks voorzien (eventueel aangevuld met een stabiliteitsberm). In dit alternatief wordt daarbij de watergang om het klooster gedempt.

Hieronder is het bijbehorende profiel indicatief weergegeven. Daarna zijn in onderstaande schema zijn de algemene voor- en nadelen van dit alternatief opgenomen.

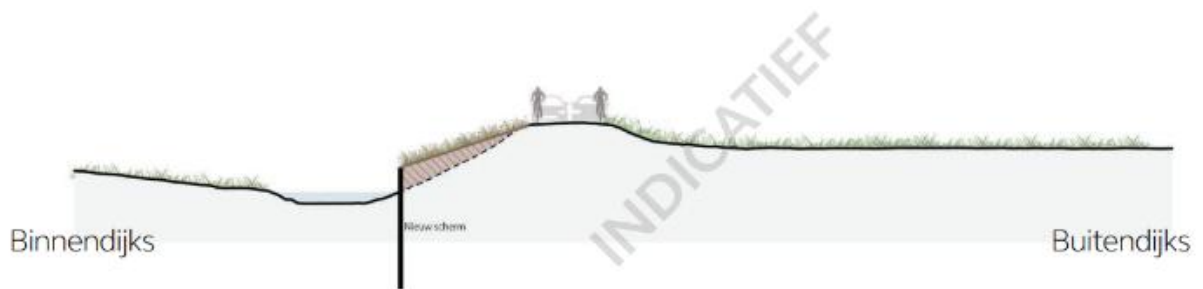


Figuur 5-20: Alternatief in grond, binnendijks; opgave macrostabiliteit (talud verflauwing en dempen watergang)

<p>Dit alternatief scoort in de basis altijd positief op de criteria</p>	<p>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.</p> <p>Riviersysteem: Bij een binnendijkse versterking met grond vinden geen buitendijkse veranderingen plaats, waardoor het riviersysteem niet wordt beïnvloed.</p> <p>Investeringskosten en subsidiabiliteit: Een versterking met grond is vaak betaalbaarder dan het gebruik van een constructie, wat de subsidiabiliteit ten goede komt.</p>
<p>Dit alternatief scoort in de basis minder goed op de criteria</p>	<p>Inpassing in de omgeving: Grote grondaanvullingen kunnen het unieke karakter van het smalle en steile karakter van de dijk aantasten. Daarnaast is het opvullen van de gracht om het klooster vanuit de cultuurhistorie niet wenselijk en daarmee ruimtelijk geen passende oplossing.</p>

5.9.2 Grond binnendijks met beschoeiing

Als alternatief op bovenstaande versterking in grond wordt in deze oplossing een taludverflauwing tot aan de huidige watergang uitgevoerd. Om te voorkomen dat de opgebrachte grond afschuift wordt een extra damwand geplaatst om de grond tegen te houden. Met deze optie blijft de watergang bij het klooster behouden. Hieronder is het bijbehorende profiel indicatief weergegeven. Daarna zijn in onderstaande schema zijn de algemene voor- en nadelen van dit alternatief opgenomen.



Figuur 5-21: Alternatief in grond, binnendijks; opgave macrostabiliteit (talud verflauwing en damwand t.b.v. behoud watergang)

Dit alternatief scoort in de basis altijd positief op de criteria

Riviersysteem: Bij een binnendijkse versterking met grond vinden geen buitendijkse veranderingen plaats, waardoor het riviersysteem niet wordt beïnvloed.

Inpassing in de omgeving: Deze binnendijkse grondoplossing vraagt geen extra ruimte aan de binnenzijde van de dijk. Hierdoor kunnen binnen- of buitendijks aanwezige waarden en functies, zoals wonen, werken en de cultuurhistorisch waardevolle gracht behouden blijven.

Dit alternatief scoort in de basis minder goed op de criteria

Uitvoerbaarheid: Een grondoplossing is over het algemeen eenvoudig uit te voeren. Echter maakt het plaatsen van een damwand op de insteek van de sloot de uitvoering ingewikkelder.

Beheerbaarheid, veiligheid: Het verflauwen van de taludhelling naar 1:3 sluit over het algemeen goed aan bij de doelstellingen vanuit beheer. Echter zorgt de steile overgang tussen het talud en de gracht voor een groot risico tijdens de uitvoeren van beheerwerkzaamheden.

Investeringskosten en subsidiabiliteit: Een versterking met grond is vaak betaalbaarder dan het gebruik van een constructie. Dit alternatief bestaat uit een combinatie van grondwerkzaamheden en het plaatsen van een constructie, wat de investeringskosten naar verwachting niet ten goede komt.

6 Beoordeling mogelijke alternatieven

6.1 Inleiding

6.1.1 Afweegkader beoordeling

In deze stap zijn de mogelijke alternatieven beoordeeld op aspecten en criteria uit het afweegkader (zeef 1).

Het afweegkader [Bron 15] is het instrument om zorgvuldig en transparant te onderbouwen welke alternatieven afvallen (en welke niet) om zo te komen tot een navolgbaar en gedragen voorkeursalternatief (VKA). In de verkenning wordt op drie momenten een selectie gemaakt van bouwstenen of alternatieven die wel of niet worden meegenomen in het vervolg. Een selectie wordt een 'zeef' genoemd. In Figuur 1-3 zijn de stappen van dit proces van trechters naar een voorkeursalternatief weergegeven.

Bij elke zeef vindt een beoordeling plaats. Daarbij wordt gewerkt van 'grof naar fijn'; in de stappen van bouwstenen naar mogelijke alternatieven (zeef 0), van mogelijke naar kansrijke alternatieven (zeef 1), en van kansrijke alternatieven naar voorkeursalternatief (zeef 2), wordt het detailniveau van de oplossingen én van de beoordeling steeds hoger. Het afweegkader beschrijft voor elke 'zeef' welke criteria worden beschouwd en op welke de beoordeling wordt uitgevoerd.

De beoordelingscriteria zijn een hulpmiddel om tot selectie te komen. Het is niet een exacte wetenschap in de zin dat een criterium per definitie leidt tot een '*ja of een nee*'. De integrale beoordeling langs alle criteria draagt bij aan een redenering (afweging van voor- en nadelen) om een alternatief af te laten vallen of mee te nemen naar een volgende stap.

Voorliggende Nota gaat over zeef 1, de zeef waar mogelijke alternatieven worden beoordeeld, waaruit kansrijke bouwstenen worden geïdentificeerd. Hieruit worden in hoofdstuk 7 de kansrijke alternatieven samengesteld. Tabel 6-1 geeft weer welke aspecten en criteria in zeef 1 worden beschouwd.

Tabel 6-1: Afweegkader zeef 1

Aspect	Criterium	Beoordeling alternatieven ten opzichte van:	
		Elkaar (relatief)	Huidige situatie
Doelbereik (technisch): <i>Veilige, beheerbare, toekomstbestendige dijk</i>	Waterveiligheid	X	
	Beheerbaarheid	X	
Haalbaarheid en maakbaarheid: <i>Geen onoverkomelijke belemmeringen</i>	Uitvoerbaarheid	X	
	Effect op riviersysteem		X
	Vergunbaarheid	X	
Inpassing: <i>Behoud van of bijdrage aan omgevingswaarden</i>	Natuurwaarden		X
	Ruimtelijke kwaliteit en beleving		X
	Historische waarden		X
	Ontpofbare oorlogsresten		X
	Kabels en leidingen		X
Gebruik en draagvlak: <i>Beperken van impact op en hinder voor belanghebbenden</i>	Woon-, werk- en leefmilieu		X
	Landbouw		X
Integrale veiligheid: <i>Borgen veiligheid voor gebruikers en omgeving</i>	Bouwplaats veiligheid - realisatiefase	X	
	Omgevingsveiligheid op afstand – realisatiefase	X	
	Bouwwerkveiligheid - gebruiksfase	X	
Betaalbaarheid: <i>Maatregelen zijn slim en doelmatig</i>	Investeringskosten	X	
	Levensduur-kosten	X	
	Subsidiabiliteit	X	

De mogelijke alternatieven zijn op elk van de criteria beoordeeld en gescoord met behulp van een 5-puntschaal. Bij een aantal criteria zijn alternatieven ten opzichte van elkaar vergeleken en gescoord (oftewel relatief). Bij andere criteria zijn alternatieven ten opzichte van de huidige situatie gescoord; dit betreft criteria die de effecten op de omgeving beschouwen (waarbij de huidige toestand de referentie vormt). Hieronder is de 5-punts beoordelingsschaal weergegeven.

Bij zeef 1 is vooral van belang de alternatieven te onderscheiden (te zeven) die niet kansrijk zijn, ofwel die dusdanig slecht/matig beoordeeld worden, dat ze niet mee hoeven te worden genomen in de rest van de verkenning. Het gaat in deze stap nog niet om de beoordeling op basis waarvan een voorkeursalternatief wordt gekozen; dit volgt in zeef 2.

Tabel 6-2: Beoordelingsschaal

	Beoordeling alternatieven ten opzichte van elkaar (relatief)	Beoordeling alternatieven ten opzichte van huidige situatie
++	Scoort veel beter/gunstiger	Sterke verbetering of positief effect
+	Scoort beter/gunstiger	Verbetering of positief effect
0	Scoort gemiddeld	Geen/beperkt effect
-	Scoort minder goed/gunstig	Verslechtering of negatief effect
--	Scoort veel minder goed/gunstig	Sterke verslechtering of zeer negatief effect

De resultaten van de beoordeling van de mogelijke alternatieven per cluster zijn beschreven in paragraaf 6.3.

In deze stap is parallel aan de beoordeling van mogelijke alternatieven volgens het afweegkader een extra rekenslag uitgevoerd die ook relevant is voor het bepalen van de kansrijke alternatieven: zie paragraaf 6.1.2.

6.1.2 Rekenresultaten grove dimensies

Na het opstellen van de mogelijke alternatieven en vóór zeef 1 richting de kansrijke alternatieven, zijn de grove dimensies voor de versterkingsbouwstenen bepaald. Op basis hiervan zijn de mogelijke alternatieven beoordeeld.

Vervolgens zijn de kansrijke bouwstenen in meer detail gedimensioneerd door middel van geotechnische analyses en berekeningen [Bron 19].

Oplossing instabiliteit binnentalud

Er is gerekend aan de dimensies (van de alternatieven) die nodig zijn om de dijk voldoende sterk te maken. De rekenresultaten geven nieuwe informatie over hoe alternatieven in grond, in ontwerpvakken met een stabiliteitsopgave (STBI), kunnen worden opgebouwd. Uit de berekeningen volgt dat in deze vakken:

- voor een oplossing in grond (binnendijks), het aanbrengen van een talud van 1:3 vaak voldoende is;
- er in een viertal ontwerpvakken (3C, 4A, 6 en 10) ook een stabiliteitsberm nodig is om te voldoen aan STBI.

Weerstand in het voorland

In een aantal ontwerpvakken is het aanbrengen van 'weerstand in het voorland' initieel als mogelijke alternatief aangemerkt.

Op basis van beschikbare gegevens over de opbouw van de ondergrond is met behulp van een kleurenschaal geanalyseerd waar al weerstand in het voorland aanwezig is en waar het nog doelmatig kan zijn om weerstand toe te voegen om de kans op piping en heave (STPH) te verkleinen. In het voorbeeld van Figuur 6-1 is met de kleuren groen, geel en oranje aangegeven wat de huidige weerstand is (in dagen). Een groene of gele kleur geeft aan dat weinig weerstand aanwezig is en waar dus potentie is voor verbetering. Oranje geeft aan dat er al veel weerstand is aangebracht. Daar is al voldoende klei aangetroffen en is het aanbrengen van extra klei niet doelmatig. Daarnaast is aan de hand van het

kwelweglengtetekort in het voorland bepaald over welke breedte de voorlandverbetering gerealiseerd zou moeten worden (witte arcering).

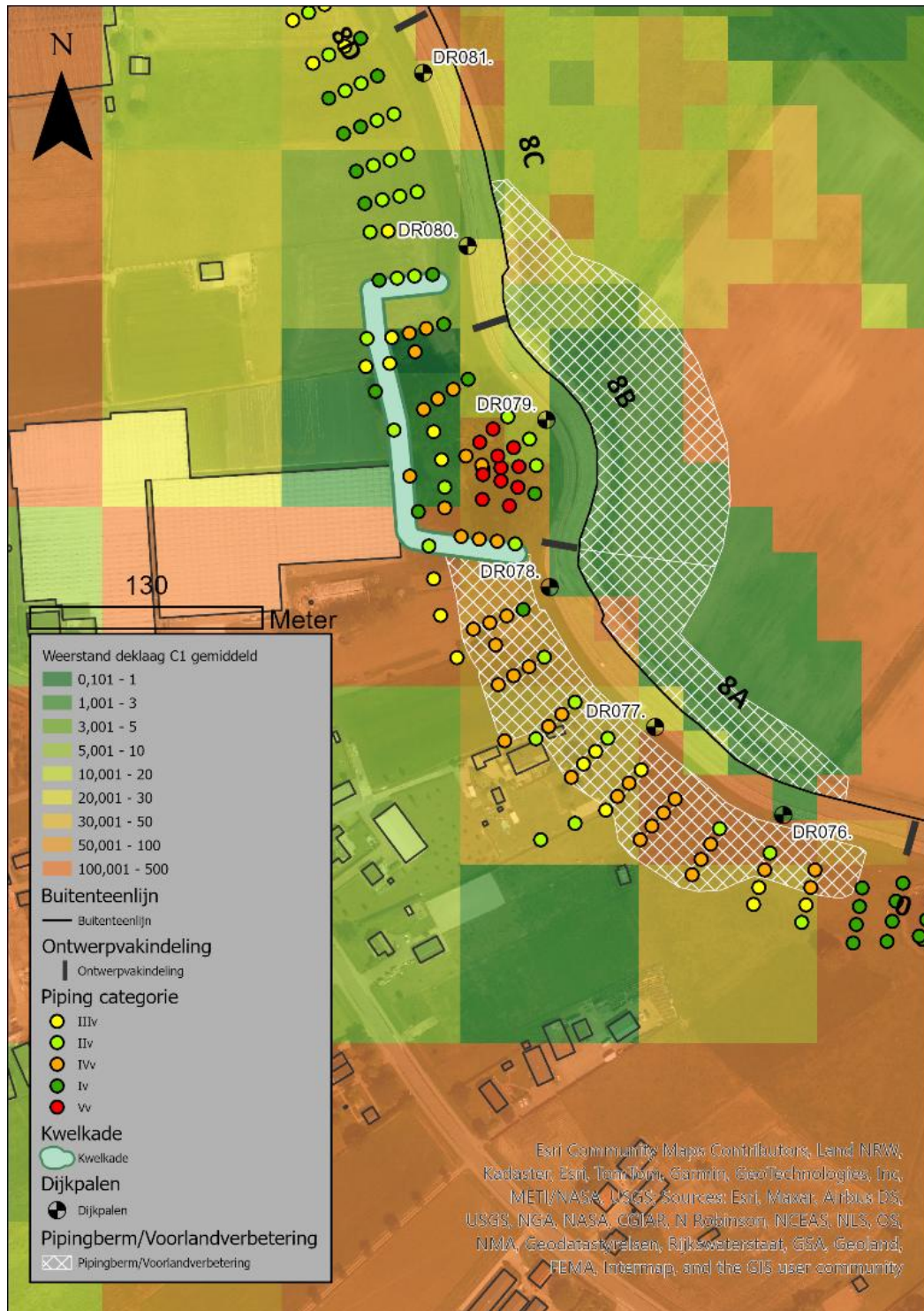
Uit de analyse is gebleken dat er in de volgende ontwerpvakken potentie is om de weerstand te verhogen en daarmee de kans op STPH te verkleinen:

- Het zuidelijk deel van ontwerpvak 2A;
- Een deel van ontwerpvak 4A en 4B;
- Ontwerpvak 5;
- Ontwerpvak 7B;
- Ontwerpvak 8A, 8B en 8D;
- Het zuidelijk deel van ontwerpvak 9.

Breedte pipingbermen

In de rekenresultaten van de bepaling van de waterveiligheidsopgave voor piping en heave (STPH) is ook terug te zien wat het tekort aan kwelweglengte³ is. Dit betreft een tussenresultaat van een semi-probabilistische berekening en dient daarom ter indicatie. Om de lengte en dikte van de piping berm beter in beeld te brengen zijn aanvullende probabilistische berekeningen uitgevoerd. In Figuur 6-1 is als voorbeeld met een witte arcering het indicatieve ruimtebeslag van de oplossing in grond binnendijks weergegeven. Deze dimensies zijn ook gepresenteerd op de informatieavond.

³ De afstand die het water aflegt tussen de rivier en de polder binnendijks.



Figuur 6-1: voorbeeld weergave huidige weerstand in het voorland en indicatie breedte pipingbermen en voorlandverbeteringen.

6.2 Update meekoppelkansen

Na het opstellen van de mogelijke alternatieven en vóór zeef 1 richting de kansrijke alternatieven, hebben nadere gesprekken plaatsgevonden met gebiedspartners met betrekking tot een aantal mogelijke meekoppelkansen (vertaald in gebiedsbouwstenen). Deze zijn opgenomen in de Meekoppelkansennotitie [Bron 18] en hieronder per onderwerp samengevat. Op basis hiervan zijn de mogelijke alternatieven beoordeeld.

In de 'Meekoppelkansennotitie' is een uitgebreide toelichting gegeven op welke meekoppelkansen bij de start van de verkenning zijn geïnventariseerd en welke daarvan per fase (mogelijke alternatieven, kansrijke alternatieven en later voorkeursalternatief) (nog) in beeld zijn.

6.2.1 Verkeersveiligheid

Met gemeente Lingewaard is gesproken over het onderwerp verkeersveiligheid op de dijk. De wensen en uitgangspunten met betrekking tot het type maatregelen (bouwstenen) dat op deze dijk wordt onderzocht, zijn verder aangescherpt. Er waren twee verkeersbouwstenen in beeld:

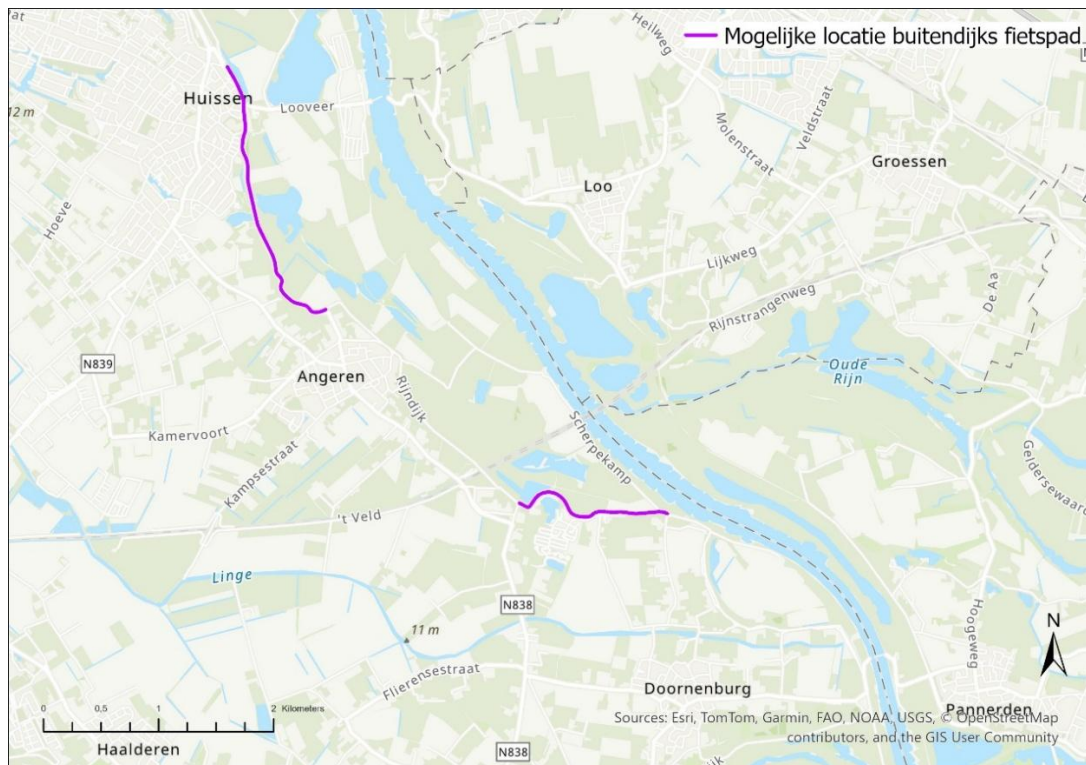
- De aanleg van een vrijliggend fietspad
- Een wegverbreding t.b.v. de woonwijk d.m.v. het vierkant versterken van de dijk.

In de periode tussen de mogelijke alternatieven en de Zeef 1 heeft de gemeente Lingewaard aangegeven dat, indien het voor de waterveiligheid niet nodig is om de dijk vierkant te versterken, de gemeente dit niet een wenselijke oplossing acht. Een vrijliggend fietspad buitendijks in deze vakken verhoogt de verkeersveiligheid afdoende. Deze ontwikkeling heeft er uiteindelijk toe geleid dat deze bouwsteen en het mogelijk alternatief 'Vierkant Versterken' als niet kansrijk zijn beoordeeld.

Aanvullend heeft de gemeente Lingewaard twee trajecten aangewezen waar zij specifiek meerwaarde zien in een buitendijks fietspad (Figuur 6-2), namelijk:

1. Ontwerpvak 4B t/m 5
Tussen de Rijnstraat (ter hoogte van de toegangsweg naar steenfabriek Caprice) en Krakkedel (bij doortrekking A15);
2. Ontwerpvak 8 t/m 10
Tussen Angeren (vanaf Paddepoel) en Huissen (aansluiten op buitendijks fietspad Melkweg).

Naast het aanleggen van een buitendijks fietspad kijkt de gemeente ook naar mogelijkheden voor aanpassingen in de weginrichting op andere tracés. Dit kan echter los van de dijkversterking plaats vinden, omdat een gekozen alternatief voor de dijk het aanpassen van de weginrichting niet onmogelijk maakt.



Figuur 6-2: mogelijke locaties voor de meekoppelkans vanuit de gemeente Lingewaard om een vrijliggend buitendijks fietspad te realiseren.

6.2.2 Beheer

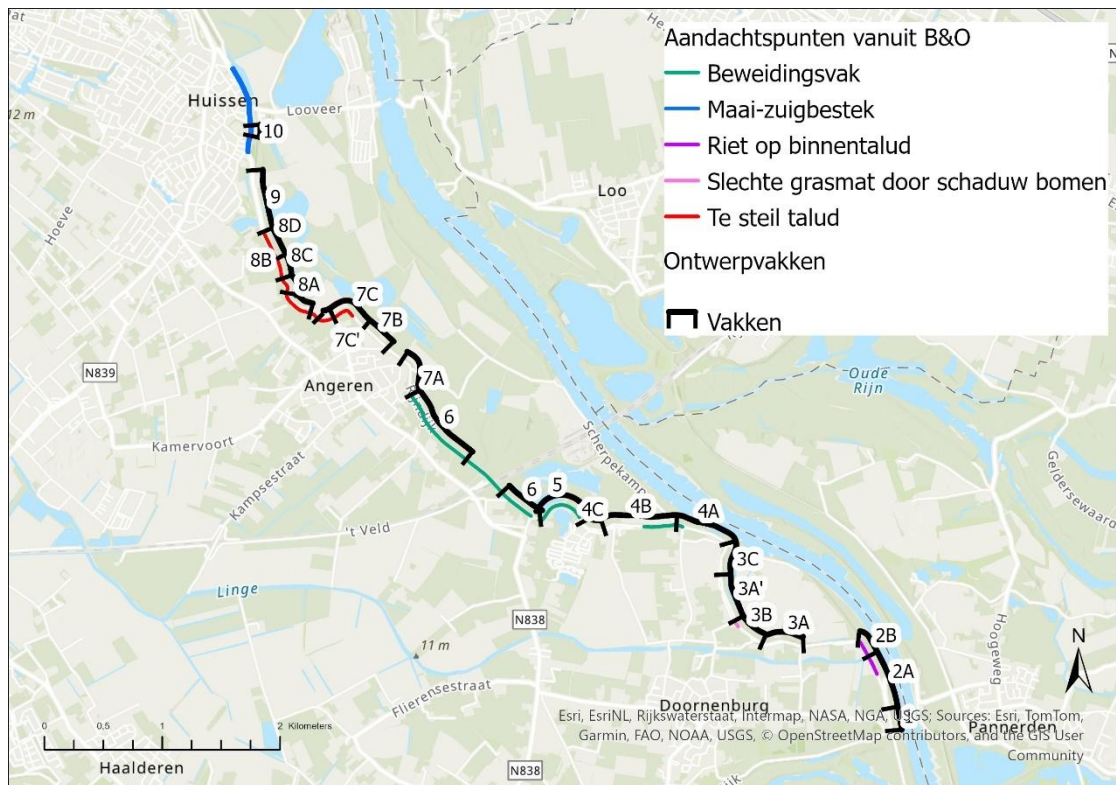
De beheerder van de dijk (Waterschap Rivierenland) heeft de wens geuit om de beheerbaarheid van de dijk ook op een deel van het traject waar geen waterveiligheidsopgave is te verbeteren. Alle bevindingen ten behoeve van de te verbeteren trajecten zijn weergegeven in onderstaande figuren. Figuur 6-3 geeft de algemene aandachtspunten vanuit de beheerder. Figuur 6-4 geeft de issues van de beheerder m.b.t. de huidige beheer en onderhoudsstroken.

Over het algemeen geldt voor de beheer vraagstukken:

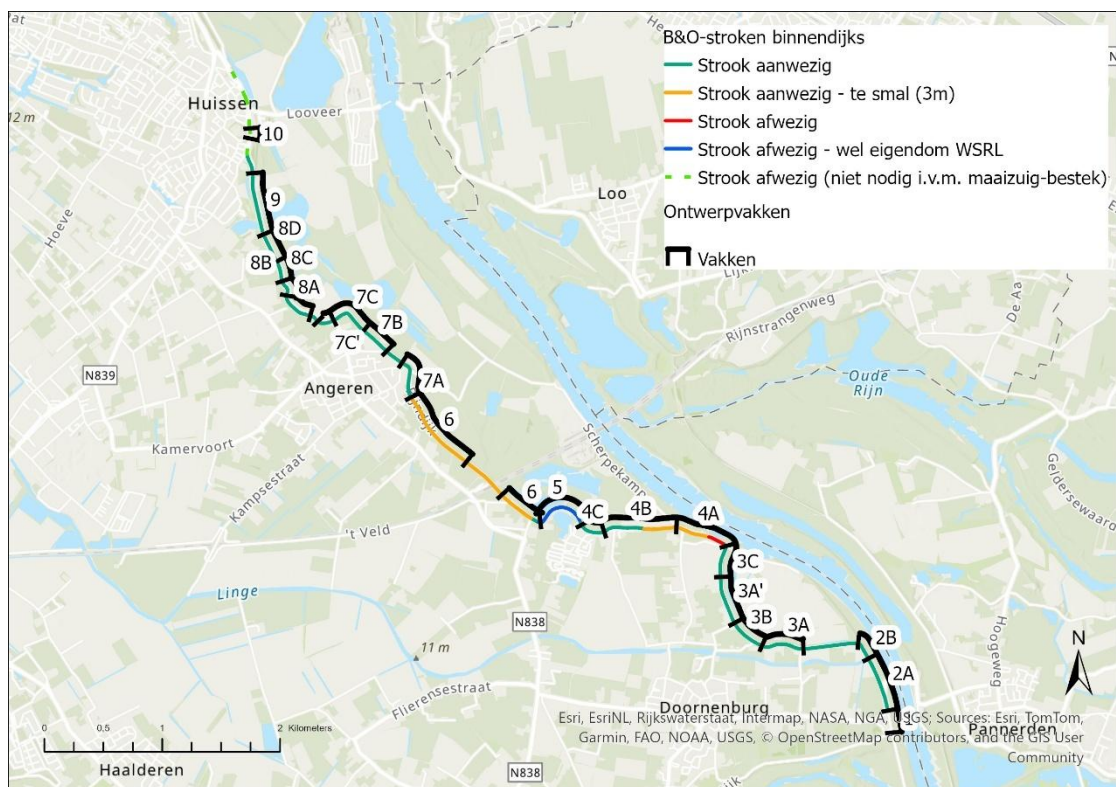
- Daar waar de wens voor een 1:3 talud voor veilig maaibeheer samenvalt met een STBI-opgave, wordt deze omgezet naar een uitgangspunt⁴. Een taludverflauwing draagt namelijk bij aan de oplossing voor dit faalmechanisme;
- Daar waar de wens voor een 1:3 talud voor veilig maaibeheer samenvalt met een STPH-opgave, wordt deze wens c.q. eventuele extra opgave gezien als een potentiële meekoppelkans⁵. Een taludverflauwing draagt namelijk niet bij aan de oplossing voor dit faalmechanisme.
- Daar waar de wens voor een beheerstrook samenvalt met een waterveiligheidsopgave, wordt deze omgezet naar een uitgangspunt.
- Daar waar de wens voor een beheerstrook niet samenvalt met een waterveiligheidsopgave, wordt deze gezien als een meekoppelkans.

⁴ Uitgangspunt van de dijkversterking zoals bedoeld in paragraaf 2.2.

⁵ Een meekoppelkans is een wens of concrete maatregel die gelijktijdig met de dijkversterking kan worden opgepakt en maatschappelijke waarde biedt voor de omgeving.



Figuur 6-3: Beheeropgave, ook deels buiten de ontwerpvakken met waterveiligheidsopgave (buiten de ontwerpvakken)



Figuur 6-4: Beheeropgave m.b.t. beheer en onderhoudsstroken (B&O-stroken) binnendijks. Buitendijks spelen geen issues m.b.t. de B&O-stroken.

6.2.3 Biodiversiteit

Een deel van de alternatieven biedt de mogelijkheid om kansen voor het versterken van gebiedseigen biodiversiteit en ecologische structuur op de dijk en aangrenzende gronden (onderdeel van de projectdoelstelling 'duurzaamheid') te benutten. Dit geldt voor de alternatieven waar de taluds met grond worden versterkt. Binnen deze alternatieven kan bijvoorbeeld een 'bloemrijke dijk' worden gerealiseerd. Het 'Ideeënboek biodiversiteit' [Bron 22] bevat ook andere maatregelen die bijdragen aan dit doel. Het projectteam komt tot de analyse en conclusie dat de mogelijke alternatieven, de maatregelen genoemd in het Ideeënboek niet onmogelijk maken. Dat betekent dat in een volgende fase dergelijke maatregelen nog in te passen zijn.

6.2.4 Dierlijke graverij

Net als voor biodiversiteit geldt dat maatregelen tegen dierlijke graverij, zoals het toepassen van bevergaas of het aantrekkelijk maken van plekken voor bevers (anders dan de dijk), in een volgende fase nog inpasbaar zijn. De kansrijke alternatieven maken dergelijke maatregelen niet onmogelijk.

6.3 *Samengevatte beoordeling per cluster*

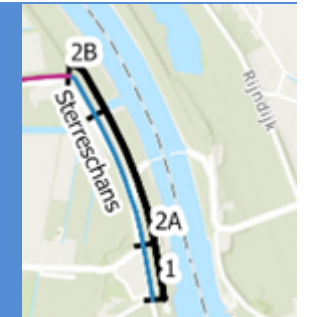
Onderstaande paragrafen geven een samenvatting van de beoordeling van de mogelijke alternatieven per cluster. Omdat binnen clusters soms verschillende faalmechanismen spelen en niet elke bouwsteen van toepassing is op elke faal mechanisme, is voor de kansrijke bouwstenen aangegeven in welke ontwerpvakken ze toegepast kunnen worden.

Het totale overzicht van de beoordeling (zeef 1) van alle criteria uit het afweegkader is terug te vinden in [Bron 20].

6.3.1 Cluster Sterreschans (ontwerpvakken 1, 2A en 2B)

Conclusie kansrijk/ niet kansrijk:

	Doelbereik (technisch)	Haalbaarheid	Inpassing	Gebruik en draagvlak	Integrale veiligheid	Betaalbaarheid	Kansrijke bouwstenen	Specifieke ontwerpvakken	Onderbouwing
1. Grond binnendijks	+	0	-	-	+	+	Ja	2a, 2b	Goed beheer- en uitvoerbaar. Belangrijk aandachtspunt is ruimtebeslag.
2a. Grond buitendijks - herprofilering	+	-	-	-	+	-	Nee	-	Goed beheer- en uitvoerbaar, maar veel duurder door grote volume grond en verleggen van de bestaande weg. Daarnaast een negatief effect op het riviersysteem.
2b. Grond buitendijks - weerstand voorland	0	-	-	0	0	++	Ja	2a	Relatief weinig impact op omgeving. Aandachtspunt i.r.t. natuur - net als andere alternatieven.
3a. Constructie binnendijks - langsconstructie	0	0	-	0	0	-	Ja	2a, 2b	Constructie verstoort mogelijk waarden in de grond (archeologie, OO-impact). Geen ruimtebeslag op gronden derden is gunstig.
3b. Constructie binnendijks - filterconstructie	-	0	-	0	-	-	Nee	-	Alleen een paar kopsloten met piping punten aanwezig, dus een filter in de watergang is geen oplossing voor hele cluster, efficiënter om kopsloten te dempen.
4. Constructie buitendijks	0	0	-	0	0	--	Nee	-	Geen meerwaarde t.o.v. constructie binnendijks, maar wel een langere/duurdere damwand nodig.
5. Beperken overslag buitendijks (tuimelkade)	--	--	--	-	-	0	Nee	-	De tuimelkade is gebiedsvreemd, is lastig te beheren en relatief grote hoogte nodig om overslag te beperken.
5b. Beperken overslag buitendijks (kruinverhoging)	Niet gescoord in zeef 1 (zie paragraaf 7.3.2)						Ja	2a	Niet gezeefd, oplossing is later in het proces naar voren gekomen i.v.m. de beperkt benodigde hoogte om overslag te voorkomen, waarmee het stabiliteitsprobleem als gevolg van overslag wegvalt op dit vak.
7a. Hoogte: grond buitendijks - kruin en buitentalud	+	-	0	0	0	-	Ja	1	Goed beheer- en uitvoerbaar. Belangrijk aandachtspunt is de harde bekleding buitendijks en het opnieuw opbouwen van de weg.
7b. Hoogte: grond buitendijks - buitentalud	0	-	0	0	0	0	Ja	1	Goed beheer- en uitvoerbaar. Belangrijk aandachtspunt is de harde bekleding buitendijks en de inpassing in de bestaande landschappelijke waarde van de dijk.
7c. Hoogte: constructief buitendijks - zitrand	0	+	0	0	-	+	Ja	1	Goed beheer- en uitvoerbaar door relatief beperkte benodigde extra hoogte.



6.3.2 Cluster Roswaard (ontwerpvakken 3A, 3B en 3C)

Conclusie kansrijk/ niet kansrijk:

	Doelbereik (technisch)	Haalbaarheid	Inpassing	Gebruik en draagvlak	Integrale veiligheid	Betaalbaarheid
1. Grond binnendijks	+	0	-	-	+	+
2a. Grond buitendijks - herprofilering	+	--	--	-	+	--
2b. Grond buitendijks - weerstand voorland	0	--	--	0	0	+
3a. Constructie binnendijks - langsconstructie	0	0	-	0	0	-
4. Constructie buitendijks	0	0	--	0	0	--
5a. Beperken overslag buitendijks (tuimelkade)	--	--	--	-	-	0

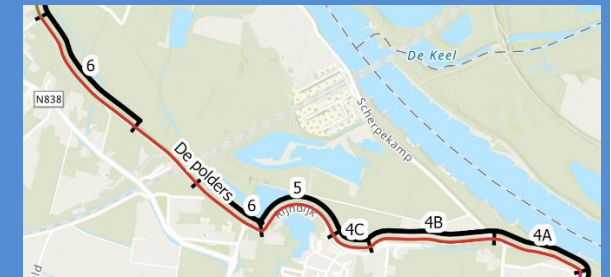
Kansrijke bouwstenen	Specifieke ontwerpvakken
Ja	3a, 3b, 3c
Nee	-
Nee	-
Ja	3a, 3b, 3c
Nee	-
Nee	-

Onderbouwing	
	
	Goed beheer- en uitvoerbaar. Belangrijk aandachtspunt is ruimtebeslag.
	Niet mogelijk i.v.m. slagenlandschap en N2000 waarde buitendijks. Daarnaast erg duur door grote volume grond en verleggen van de bestaande weg. En een negatief effect op het riviersysteem.
	Niet mogelijk i.v.m. slagenlandschap en N2000 waarde buitendijks.
	Constructie verstoort mogelijk waarden in de grond (archeologie, OO-impact). Geen ruimtebeslag op gronden derden is gunstig.
	Geen meerwaarde t.o.v. constructie binnendijks, maar wel een langere/duurdere damwand nodig.
	De tuimelkade is gebiedsvreemd, is lastig te beheren en relatief grote hoogte nodig om overslag te beperken.

6.3.3 Cluster de polders (ontwerpvakken 4A, 4B, 4C, 5 en 6)

Conclusie kansrijk/ niet kansrijk:

	Doelbereik (technisch)	Haalbaarheid	Inpassing	Gebruik en draagvlak	Integrale veiligheid	Betaalbaarheid	Kansrijke bouwstenen	Specifieke ontwerpvakken	Onderbouwing
1. Grond binnendijks	+	0	-	-	+	+	Ja	4a, 4b, 4c, 5, 6	Goed beheer- en uitvoerbaar. Belangrijk aandachtspunt is ruimtebeslag.
2a. Grond buitendijks - herprofilering	+	-	-	-	+	-	Nee	-	Goed beheer- en uitvoerbaar, maar veel duurder door grote volume grond en verleggen van de bestaande weg. Daarnaast een negatief effect op het riviersysteem.
2b. Grond buitendijks - weerstand voorland	0	-	-	0	0	+	Ja	4b, 5 (excl. 4a)	Relatief weinig impact op omgeving. Aandachtspunt i.r.t. natuur - net als andere alternatieven. Niet bij 4a i.v.m. reeds aanwezige weerstand.
3a. Constructie binnendijks - langsconstructie	0	0	-	0	0	-	Ja	4a, 4b, 4c, 5, 6	Constructie verstoort mogelijk waarden in de grond (archeologie, OO-impact). Geen ruimtebeslag op gronden derden is gunstig.
3b. Constructie binnendijks - filterconstructie	-	0	-	0	-	-	Ja	4b	Binnen ontwerpvak 4b is het mogelijk om het meest oostelijke deel van de piping opgave op te lossen met een grindkoffer. De maatregel is onvoldoende onderscheidend in dit vak om separaat in een KA op te nemen. De maatregel kan in een vervolgfase mogelijk wel als optimalisatie worden onderzocht.
4. Constructie buitendijks	0	0	-	0	0	--	Nee	-	Geen meerwaarde t.o.v. constructie binnendijks, maar wel een langere/duurdere damwand nodig.
5a. Beperken overslag buitendijks (tuimelkade)	--	--	--	-	-	0	Nee	-	De tuimelkade is gebiedsvreemd, is lastig te beheren en relatief grote hoogte nodig om overslag te beperken.
5b. Beperken overslag buitendijks (kruinverhoging)	Niet gescoord in zeef 1 (zie paragraaf 7.3.2)						Ja	5	Niet gezeefd, oplossing is later in het proces naar voren gekomen i.v.m. de beperkt benodigde hoogte om overslag te voorkomen, waarmee het stabiliteitsprobleem als gevolg van overslag wegvalt op een deel van dit vak.
8b. Wiel: filter plaatsen in Wiel	-	--	-	0	-	--	Nee	-	Slecht beheerbare en relatief dure oplossing omdat de constructie in diep water gerealiseerd en onderhouden moet worden.



6.3.4 Cluster Angeren (ontwerpvak 7A tot 7C)

Conclusie kansrijk/ niet kansrijk:

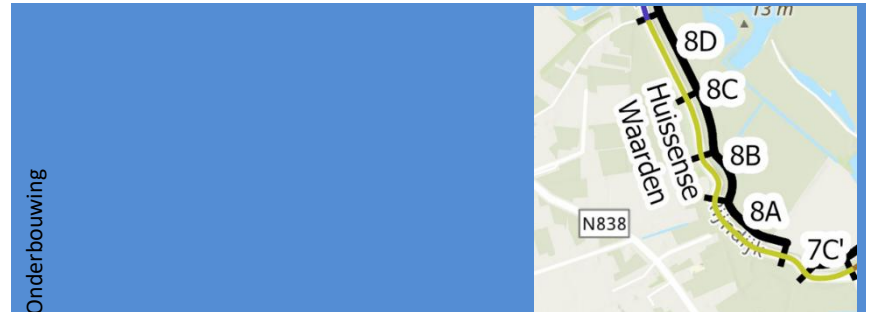
	Doelbereik (technisch)	Haalbaarheid	Inpassing	Gebruik en draagvlak	Integrale veiligheid	Betaalbaarheid	Kansrijke bouwstenen	Specifieke ontwerpvakken
1. Grond binnendijks	+	0	-	-	+	+	Ja	7a, 7b, 7c
2a. Grond buitendijks - herprofilering	+	-	-	-	+	-	Nee	-
2b. Grond buitendijks - weerstand voorland	0	-	-	0	0	+	Ja	7b, 7c
3a. Constructie binnendijks - langsconstructie	0	0	-	0	0	-	Ja	7a, 7b, 7c
3b. Constructie binnendijks - filterconstructie	-	0	-	0	-	-	Nee	-
4. Constructie buitendijks	0	0	-	0	0	--	Nee	-
5a. Beperken overslag buitendijks (tuimelkade)	--	--	--	-	-	0	Nee	-

Onderbouwing	Conclusie
	Goed beheer- en uitvoerbaar. Belangrijk aandachtspunt is ruimtebeslag.
	Goed beheer- en uitvoerbaar, maar veel duurder door grote volume grond en verleggen van de bestaande weg. Daarnaast een negatief effect op het riviersysteem. Relatief weinig impact op omgeving. Aandachtspunt i.r.t. natuur - net als andere alternatieven.
	Constructie verstoort mogelijk waarden in de grond (archeologie, OO-impact). Geen ruimtebeslag op gronden derden is gunstig.
	Alleen een paar kopsloten met piping punten aanwezig, dus een filter in de watergang is geen oplossing voor hele cluster, efficiënter om kopsloten te dempen.
	Geen meerwaarde t.o.v. constructie binnendijks, maar wel een langere/duurdere damwand nodig.
	De tuimelkade is gebiedsvreemd, is lastig te beheren en relatief grote hoogte nodig om overslag te beperken.

6.3.5 Cluster Huissense Waarden (ontwerpvakken 7C, 8A, 8B, 8C en 8D)

Conclusie kansrijk/ niet kansrijk:

	Doelbereik (technisch)	Haalbaarheid	Inpassing	Gebruik en draagvlak	Integrale veiligheid	Betaalbaarheid	Kansrijke bouwstenen	Specifieke ontwerpvakken	Onderbouwing
1. Grond binnendijks	+	0	-	-	+	+	Ja	8a, 8c, 8d (excl. 8b)	Goed beheer- en uitvoerbaar. Belangrijk aandachtspunt is ruimtebeslag (niet bij 8b i.v.m. beperkte ruimte).
2a. Grond buitendijks - herprofilering	+	-	-	-	+	-	Nee	-	Goed beheer- en uitvoerbaar, maar veel duurder door grote volume grond en verleggen van de bestaande weg. Daarnaast een negatief effect op het riviersysteem.
2b. Grond buitendijks - weerstand voorland	0	-	-	0	0	+	Ja	8a, 8b, 8d	Relatief weinig impact op omgeving. Aandachtspunt i.r.t. natuur - net als andere alternatieven.
3a. Constructie binnendijks - langsconstructie	0	0	-	0	0	-	Ja	8a, 8b, 8c, 8d	Constructie verstoort mogelijk waarden in de grond (archeologie, OO-impact). Geen ruimtebeslag op gronden derden is gunstig.
3b. Constructie binnendijks - filterconstructie	-	0	-	0	-	-	Ja	8a, 8d	Binnen ontwerpvak 8a en 8d is het mogelijk om de piping opgave op te lossen met een grindkoffer. De maatregel is onvoldoende onderscheidend in dit vak om separaat in een KA op te nemen. De maatregel kan in een vervolgfase mogelijk wel als optimalisatie worden onderzocht.
4. Constructie buitendijks	0	0	-	0	0	-	Nee	-	Geen meerwaarde t.o.v. constructie binnendijks, maar wel een langere/duurdere damwand nodig.
5a. Beperken overslag buitendijks (tuimelkade)	--	--	--	-	-	0	Nee	-	De tuimelkade is gebiedsvreemd, is lastig te beheren en relatief grote hoogte nodig om overslag te beperken.
6. Vierkant versterken	+	-	-	-	+	-	Nee	-	Vierkant biedt geen technische voordelen m.b.t. het oplossen van de waterveiligheid. Dit alternatief is alleen logisch in combinatie met de MKK wegverbreding, echter biedt een wegverbreding geen voordelen t.o.v. een goedkoper buitendijks vrij liggend fietspad.
8a. Wiel: kwelkade verhogen en in legger opnemen	-	0	+	-	-	0	Ja	8b	Goed beheerbare, passende en relatief goedkope oplossing. Watersysteem hier goed op aanpassen, legger en vergunningen ook.
8b. Wiel: filter plaatsen in Wiel	-	--	-	0	-	--	Nee	-	Slecht beheerbare en relatief dure oplossing omdat de constructie in diep water gerealiseerd en onderhouden moet worden.



6.3.6 Cluster Huissen-Zuid (ontwerpvak 9)

Conclusie kansrijk/ niet kansrijk:

	Doelbereik (technisch)	Haalbaarheid	Inpassing	Gebruik en draagvlak	Integrale veiligheid	Betaalbaarheid	Kansrijke bouwstenen	Specifieke ontwerpvakken	Onderbouwing
1. Grond binnendijks	+	0	-	0	+	+	Ja	9	Goed beheer- en uitvoerbaar. Belangrijk aandachtspunt is ruimtebeslag.
2a. Grond buitendijks - herprofilering	+	-	-	-	+	-	Nee	-	Goed beheer- en uitvoerbaar, maar veel duurder door grote volume grond en verleggen van de bestaande weg. Daarnaast een negatief effect op het riviersysteem.
2b. Grond buitendijks - weerstand voorland	0	-	-	-	0	+	Ja	9	Relatief weinig impact op omgeving. Aandachtspunt i.r.t. natuur - net als andere alternatieven.
3a. Constructie binnendijks - langsconstructie	0	0	-	0	0	-	Ja	9	Constructie verstoort mogelijk waarden in de grond (archeologie, OO-impact). Geen ruimtebeslag op gronden derden is gunstig.
3b. Constructie binnendijks - filterconstructie	-	0	-	0	-	-	Ja	-	<ol style="list-style-type: none"> 1. Primaire watergang binnendijks heeft deels een piping opgave die opgelost kan worden met een filter (in combinatie met een oplossing voor de pipingpunten tussen de watergang en de dijk) 2. Binnen ontwerpvak 9 is het mogelijk om ten noorden van het binnendijkse wiel de piping opgave op te lossen met een grindkoffer. De maatregel is hier voldoende onderscheidend om separaat in een KA op te nemen, aangezien hier maar 2 andere oplossingen mogelijk zijn voor STPH.
4. Constructie buitendijks	0	0	-	0	0	--	Nee	-	Geen meerwaarde t.o.v. constructie binnendijks, maar wel een langere/duurdere damwand nodig.
5a. Beperken overslag buitendijks (tuimelkade)	--	--	--	-	-	0	Nee	-	De tuimelkade is gebiedsvreemd, is lastig te beheren en relatief grote hoogte nodig om overslag te beperken.
6. Vierkant versterken	+	-	-	-	+	-	Nee	-	Vierkant biedt geen technische voordelen m.b.t. het oplossen van de waterveiligheid. Dit alternatief is alleen logisch in combinatie met de MKK wegverbreding, echter biedt een wegverbreding geen voordelen t.o.v. een goedkoper buitendijks vrij liggend fietspad.
8b. Wiel: filter plaatsen in Wiel	-	-	-	0	-	-	Ja	9	De maatregel is hier voldoende onderscheidend om separaat in een KA op te nemen, aangezien ter hoogte van het binnendijkse wiel geen andere binnendijkse oplossing mogelijk is (behalve de langsconstructie).



6.3.7 Cluster Huissen Centrum (ontwerpvak 10)

Conclusie kansrijk/ niet kansrijk:

	Doelbereik (technisch)	Haalbaarheid	Inpassing	Gebruik en draagvlak	Integrale veiligheid	Betaalbaarheid
2a. Grond buitendijks - herprofilering	+	-	-	-	+	-
3a. Constructie binnendijks - langsconstructie	0	0	-	0	0	-
9a. Dijkvak 10: grond binnendijks - dempen watergang	+	-	-	0	+	+
9b. Dijkvak 10: grond binnendijks - beschoeiing	-	-	0	0	-	0

Kansrijke bouwstenen	Specifieke ontwerpvakken
Ja	10
Ja	10
Nee	-
Nee	-

Onderbouwing	
	
	Goed beheer- en uitvoerbaar, maar veel duurder door grote volume grond en verleggen van de bestaande weg. Daarnaast een negatief effect op het riviersysteem
	Constructie verstoort mogelijk waarden in de grond (archeologie, OO-impact). Geen ruimtebeslag op gronden derden is gunstig.
	Dempen van de watergang heeft een groot negatief effect op de cultuurhistorische waarde
	Er ontstaat een gevaarlijks beheersituatie door een steile afgrond tussen het 1:3 talud en de watergang.

6.4 Conclusie beoordeling mogelijke alternatieven

6.4.1 Overzicht kansrijke en niet kansrijke bouwstenen per ontwerpvak

In Tabel 6-3 en Tabel 6-4 zijn de conclusie van de kansrijke (in turquoise) en niet kansrijke (in bruin) bouwstenen opgenomen voor ontwerpvak 1 tot en met 5 en ontwerpvak 6 tot en met 10. Daar waar 'n.v.t.' staat, is dit alternatief in het ontwerpvak niet mogelijk bevonden, zie ook Rapportage mogelijke alternatieven [Bron 16].

De gepresenteerde kansrijke bouwstenen vormen de basis om de waterveiligheidsopgave op te lossen. In hoofdstuk 7.1 wordt beschreven hoe deze kansrijke bouwstenen worden samengevoegd tot kansrijke alternatieven.

Tabel 6-3: Weergave kansrijke (in turquoise) en niet kansrijke (in bruin) bouwstenen in ontwerpvak 1 tot en met 5

Cluster	Sterreschans			Roswaard		De Polders		
Ontwerpvak	1	2		3		4		
Subvak	-	A	B	A+A'+C	B	A	B	C
1. Grond binnendijks	n.v.t.	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja
2a. Grond buitendijks (herprofilering vanaf binnenteen)	n.v.t.	Nee	n.v.t.	Nee	Nee	Nee	n.v.t.	Nee
2b. Grond buitendijks (weerstand verhogen voorland)	n.v.t.	Ja	Nee	n.v.t.	Nee	Ja	Ja	n.v.t.
3a. Constructie binnendijks (langsconstructie)	n.v.t.	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja
3b. Constructie binnendijks (filterconstructie)	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	Ja	n.v.t.
4. Constructie buitendijks	n.v.t.	Nee	Nee	n.v.t.	Nee	n.v.t.	Nee	n.v.t.
5a. Beperken overslag buitendijks (tuimelkade)	n.v.t.	Nee	n.v.t.	Nee	Nee	n.v.t.	n.v.t.	Nee
5b. Beperken overslag buitendijks (kruinverhoging)	n.v.t.	Ja	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
7a. Hoogte: grond buitendijks - kruin en buitentalud	Ja	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
7b. Hoogte: grond buitendijks - buitentalud	Ja	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
7c. Hoogte: constructief buitendijks – zitrand	Ja	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.

Tabel 6-4: Weergave kansrijke (in turquoise) en niet kansrijke (in bruin) bouwstenen in ontwerpvak 6 tot en met 10

Cluster	De Polders		Angeren			Huissense Waarden			Huissen-Zuid	Huissen-Centrum
	5	6	7			8				
Ontwerpvak	5	6	7			8			9	10
Subvak	-	-	A	B	C+C'	A+D	B	C	-	-
1. Grond binnendijks	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Nee	Ja	Ja	n.v.t.
2a. Grond buitendijks (herprofilering vanaf binnenteen)	Nee	Nee	Nee	n.v.t.	Nee	Nee	n.v.t.	Nee	n.v.t.	Ja
2b. Grond buitendijks (weerstand verhogen voorland)	Ja	n.v.t.	n.v.t.	Ja	Nee	Ja	Ja	n.v.t.	Nee	n.v.t.
3a. Constructie binnendijks (langsconstructie)	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja
3b. Constructie binnendijks (filterconstructie)	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	Ja	n.v.t.	n.v.t.	Ja	n.v.t.
4. Constructie buitendijks	Nee	n.v.t.	n.v.t.	Nee	Nee	Nee	Nee	n.v.t.	Nee	n.v.t.
5a. Beperken overslag buitendijks (tuimelkade)	Nee	Nee	Nee	n.v.t.	Nee	Nee	n.v.t.	Nee	n.v.t.	n.v.t.
5b. Beperken overslag buitendijks (kruinverhoging)	Ja	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
6. Vierkant versterken	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	Nee	Nee	Nee	Nee
8a. Wiel: kwelkade verhogen en in legger opnemen	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	Ja	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
8b. Wiel: filter plaatsen in Wiel	Nee	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	Nee	Ja	n.v.t.	n.v.t.
9a. Dijkvak 10: grond binnendijks - dempen watergang	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	Nee
9b. Dijkvak 10: grond binnendijks - beschoeiing	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	Nee

6.4.2 Toelichting niet kansrijke bouwstenen

Er zijn vijf mogelijke alternatieven als **niet kansrijk** beoordeeld in alle clusters. Deze alternatieven worden dan ook niet binnen het deeltraject Sterreschans-Huissen meegenomen naar de kansrijke alternatieven. In de volgende paragrafen is nogmaals samengevat wat hiervan de reden is.

Constructief versterken buitendijks

Bij dit alternatief ligt de oplossing in het plaatsen van een damwand aan de buitendijkse zijde in de teen van de dijk. Dit biedt een mogelijke oplossing voor piping en heave. Door een damwand (kwelwegverlengend scherm) te plaatsen in de buitenteen van de dijk wordt de afstand die het kwelwater onder de dijk door af moet leggen langer. Hierdoor neemt het vermogen van het grondwater om zand mee te voeren en een pipe te creëren af.

In principe wordt alleen voor constructieve oplossingen gekozen wanneer een grondoplossing niet mogelijk is door bijvoorbeeld beperkte ruimte. Een constructieve oplossing is namelijk duurder en minder duurzaam. Wanneer toch voor een constructieve oplossing wordt gekozen, is het voor de hand liggender om voor een binnendijkse oplossing te kiezen. Een buitendijkse damwand moet namelijk langer zijn om piping te voorkomen, dan een binnendijkse variant. Dit betekent dat een buitendijkse constructie nog duurder is en geen aanvullende voordelen heeft t.o.v. een binnendijks alternatief.

Beperken van overslag, buitendijks (tuimelkade)

Bij dit alternatief lag de oplossing in de beperkte grondaanvulling (tuimelkade) op de kruin van de dijk. Door deze extra hoogte wordt het overslagdebiet beperkt, om daarmee het verzadigde binnentalud met afschuiving als gevolg te voorkomen. De tuimelkade was in alle ontwerpvakken met een stabiliteitsopgave een mogelijk alternatief.

Het gevolg van dit ontwerp is het buitenwaarts verbreden van de dijk, waardoor het riviersysteem mogelijk wordt beïnvloed.

Als gevolg van de extra hoogte van de tuimelkade, kan de beheerder het buitentalud niet vanaf de weg overzien, hierdoor wordt de inspectie tijdrovender. Ook is het beheer van de tuimelkader lastig omdat hier niet overheen gereden kan worden met beheer materieel, omdat wordt uitgegaan van een beperkte breedte (ca. 1m).

Vierkant versterken

De aanleiding voor dit alternatief was het veilig ontsluiten van extra verkeer (als gevolg van een nieuw te ontwikkelen woonwijk) over de dijk richting Huissen, doormiddel van een wegverbreding. Zoals beschreven in paragraaf 6.2 heeft de gemeente Lingewaard aangegeven dat, indien het voor de waterveiligheid niet nodig is om de dijk te verbreden, de gemeente dit niet wenselijk vindt, mede ook uit het oogpunt van verkeersveiligheid. Een vrijliggend fietspad buitendijks kan de veiligheid namelijk ook verhogen. Vanuit dijkveiligheid heeft 'vierkant versterken' geen meerwaarde ten opzichte van andere alternatieven. Het alternatief valt daarmee af in alle ontwerpvakken.

Locatie specifieke alternatieven binnendijks in grond - ontwerpvak 10

Dijkversterking in grond, binnendijks - dempen watergang

De aanleiding voor dit alternatief was het onderzoeken van een mogelijke binnendijkse oplossing in grond bij het Dominicanenklooster in Huissen. Echter is het dempen van de watergang niet kansrijk, omdat deze cultuurhistorisch waardevol is en een functie vervult binnen het oppervlaktewatersysteem (primaire waterloop). Een te dempen watergang moet daarnaast ook altijd binnen het peilgebied gecompenseerd worden.

Dijkversterking in grond, binnendijks - beschoeiing

De aanleiding voor dit alternatief was het onderzoeken van een mogelijke binnendijkse oplossing in grond bij het Dominicanenklooster in Huissen. Echter is dit alternatief afgefallen op basis van veiligheidsoverwegingen. Door de steile (rechte) overgang tussen de dijk en de watergang, ontstaan onveilige situaties voor het uitvoeren van o.a. maaibeheer.

7 Kansrijke alternatieven voor dijkversterking Sterreschans-Huissen

7.1 Methode opstellen kansrijke alternatieven

De kansrijke alternatieven (KA) zijn samengesteld door kansrijke bouwstenen uit zeef 1 te combineren en te integreren, met als doel niet alleen te voldoen aan de waterveiligheidsopgave, maar ook breder invulling te geven aan de projectdoelstellingen en meekoppelkansen. Hierbij zijn ook de nieuwste inzichten meegenomen met betrekking tot de dimensionering van de oplossingen [Bron 19].

Bij het opstellen van KA is nadrukkelijk gekeken naar de organisatiedoelstellingen van het waterschap (zie hoofdstuk 2.1):

- Behouden en/of versterken van de ruimtelijke waarden in het gebied.
- Duurzaamheid (streven naar 80-100% circulair werken).
- Verbeteren van beheerbaarheid (voldoende beheerstroken, talud van 1:3, goede grasmatten).
- Versterking van ecologische waarden en biodiversiteit.

Bij het opstellen van de kansrijke alternatieven is ook gekeken welke meekoppelkansen het beste kunnen bijdragen aan het:

- Faciliteren van ruimtelijke samenhang en verbinding van functies in de uiterwaarden.
- Realiseren van een klimaatbestendig watersysteem.
- Verbeteren van verkeersveiligheid en recreatieve mogelijkheden.

Bij het samenstellen van de KA is gestreefd naar drie integrale oplossingen met een herkenbare invulling van de doelstellingen en meekoppelkansen. Elk alternatief legt het accent op een of meerdere projectdoelstellingen en bijpassende meekoppelkansen, zodat er een onderscheidende set aan kansrijke alternatieven ontstaat. De volgende drie KA zijn samengesteld en worden in onderstaande paragrafen verder toegelicht:

- **Kansrijk alternatief 1 – Natuurlijk versterkt**
Focus op natuur
- **Kansrijk alternatief 2 – Vertrouwde dijk**
Zo veel mogelijk binnen huidig profiel van de dijk
- **Kansrijk alternatief 3 – Veilig en veelzijdig**
Focus op beheer en verkeersveiligheid

Na onderzoek in het MER kan ook gekozen worden voor een combinatie van maatregelen uit de verschillende kansrijke alternatieven als blijkt dat dit beter invulling geeft aan de projectdoelstellingen, de bestaande waarden in het gebied of het kader Sober en Doelmatig.

7.2 Kansrijk alternatief 1 – Natuurlijk versterkt

Kansrijk alternatief 1 - 'natuurlijk versterkt', zet in op het duurzaam, klimaatbestendig en circulair versterken van de dijk. Hierbij is bijzondere aandacht voor mogelijke natuurontwikkeling en het vergroten van biodiversiteit. In dit alternatief wordt de dijkversterking zo veel mogelijk in grond uitgevoerd.

De oplossing voor macrostabiliteit aan de binnenzijde (STBI) bestaat in principe uit het **verflauwen van het binnendijkse talud**, eventueel aangevuld met een stabiliteitsberm. Dit is de enige oplossing voor STBI die volledig in grond uitvoerbaar is. Om de biodiversiteit verder te vergroten, wordt het binnentalud ingezaaid met een kruidenrijk grasmengsel.

Voor de piping-opgave (STPH) wordt in dit alternatief bij voorkeur gekozen voor een voorlandverbetering. Deze **voorlandverbetering** kan volledig in grond worden uitgevoerd en op een natuurlijke wijze worden afgewerkt. Bijvoorbeeld door het realiseren van natuurlijke laagtes of waterpartijen die passen bij het uiterwaardenlandschap. Daar waar het uit technische overwegingen niet mogelijk is om een voorlandverbetering toe te passen—zoals bij ruimtegebrek of een reeds aanwezige hoge weerstand in het voorland—wordt in dit alternatief gekozen voor een binnendijkse **pipingberm** om de piping-opgave op te lossen.

Op locaties waar een risico bestaat op dierlijke graverij biedt dit alternatief kansen om meer natuurlijke antigravmaatregelen te treffen zoals het verleggen van waterpartijen dicht bij de dijk of het verflauwen van taluds van waterpartijen. Hierdoor komen bijvoorbeeld bevers bij het graven van een bucht, door de grotere afstand, niet in de dijk terecht.

Samengevat zorgt dit alternatief voor een veilige dijk met kansen om het dijkontwerp te combineren met ecologische en ruimtelijke meerwaarde voor het gebied. Hoewel het waterschap zelf geen natuurontwikkeling initieert, wordt deze meekoppelkans benut wanneer andere partijen hierin willen investeren vanuit hun eigen doelstellingen.

Figuur 7-1 geeft een impressie van kansrijk alternatief 'natuurlijk versterkt' (onder) ten opzichte van de huidige situatie (boven). Hierbij zijn ook de meekoppelkansen voor natuur ingetekend die afhankelijk van medefinanciering verwezenlijkt kunnen worden. Op een aantal locaties past deze principeoplossing niet en is een ander uitgangspunt gekozen. Deze worden toegelicht in paragraaf 7.2.1.

Voor het indicatieve ruimtebeslag van kansrijk alternatief 1, inclusief de indicatieve ligging van beheerstroken en werkstroken, maar exclusief de meekoppelkansen, zie Bijlage 2.

7.2.1 Meerwaarde van dit alternatief op de doelstellingen en meekoppelkansen

Meerwaarde voor projectdoelstellingen:

- **Behouden en/of versterken van de ruimtelijke waarden in het gebied: +**
Het bestaande steile, karakteristieke talud wordt aangetast en daarmee negatief beïnvloed. Echter wordt er een betere ruimtelijke samenhang gecreëerd tussen dijk en uiterwaard door de ontwikkeling van natuur in de uiterwaard en bloemrijke taluds. Daardoor scoort dit alternatief positief.
- **Duurzaamheid en circulariteit: ++**
Het uitgangspunt voor dit KA is om de dijkversterking 100% circulair uit te voeren,

zonder gebruik van niet-circulaire materialen of maatregelen. Dit maximaliseert de milieuwinst en sluit aan bij de duurzaamheidsambities van het waterschap.

- **Verbeteren beheerbaarheid: +**
De beheerbaarheid van de dijk wordt vergroot, onder andere door integratie met waterveiligheidsmaatregelen (zoals taludverflauwing) en door het aanbrengen/verbeteren van de beheerstroken op de locaties waar oplossingen in grond worden uitgevoerd.
- **Biodiversiteit en ecologische structuur: ++**
Er wordt actief ingezet op het vergroten van de biodiversiteit en het mogelijk maken van de ecologische structuur op de dijk en aangrenzende gronden.

Meerwaarde door meekoppelkansen:

- **Ontwikkeling en verbinding van functies in de uiterwaarden: +**
Het KA biedt ruimte voor een verdere ontwikkeling van natuur en biodiversiteit in de uiterwaarden door middel van meekoppelkansen.
- **Klimaatbestendig watersysteem: +**
Door het toevoegen van natuurvriendelijke watergangen en laagtes in het voorland, kan het watersysteem robuuster worden ingericht en beter bestand zijn tegen klimaatverandering.
- **Verkeershinder en verkeersveiligheid: 0**
In dit alternatief ligt geen specifiek accent op verkeer, waardoor er geen extra maatregelen voor verkeersveiligheid worden meegenomen. Verbeterkansen binnen het huidige profiel van de dijk worden niet onmogelijk gemaakt.

7.2.2 Afwijkingen op de basisinvulling van dit alternatief

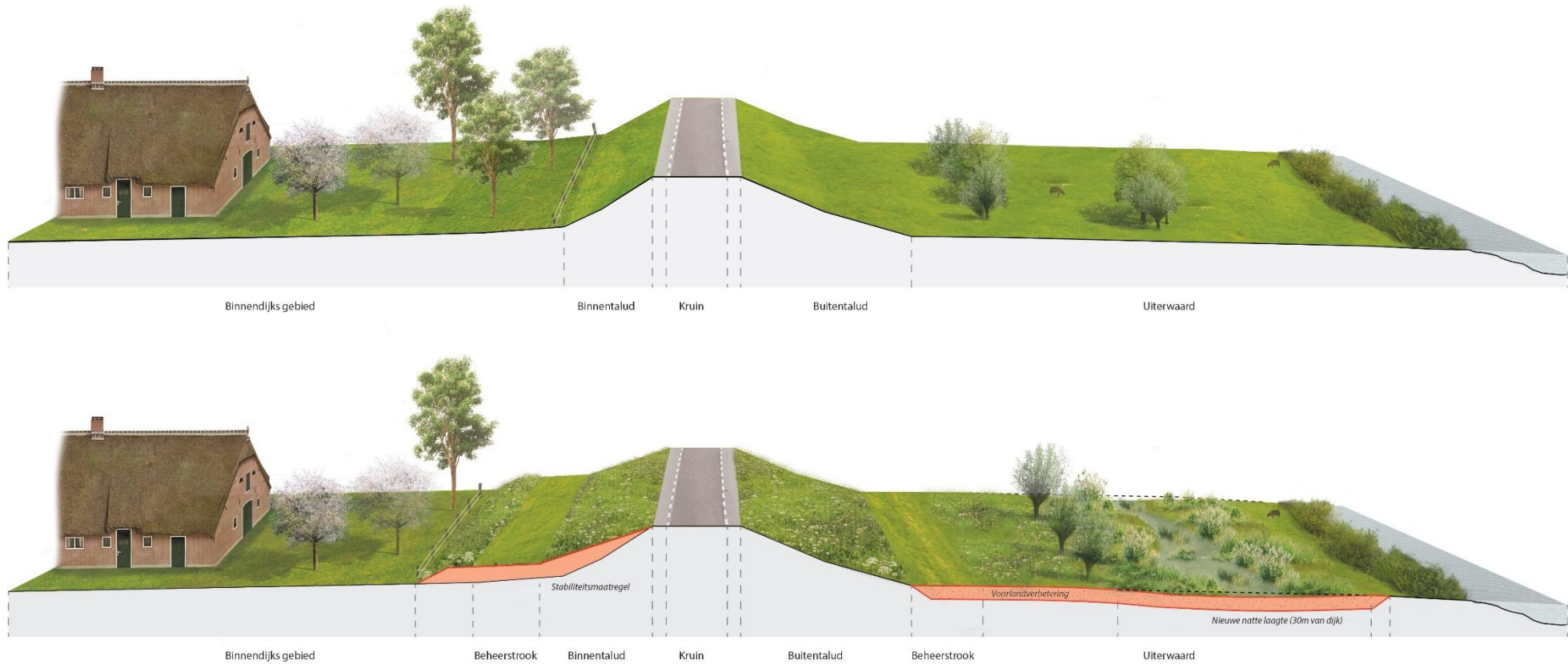
Onderstaand wordt beschreven binnen welke ontwerpvakken (en waarom) de uitwerking van dit KA afwijkt van de algemene uitgangspunten zoals beschreven in paragraaf 7.2 en geïllustreerd Figuur 7-1:

- **Ontwerpvak 1**
Binnen dit traject speelt een ander faalmechanisme dan in de andere ontwerpvakken. Omdat het hier om een hoogteopgave gaat, worden andere bouwstenen toegepast dan hierboven beschreven. Om bij Sterreschans aan de hoogte opgave te voldoen is binnen dit KA gekozen om de dijk te verhogen middels een kruinverhoging, waarbij de weg wordt opgehoogd. Om de impact op de bebouwing op de kering (direct aan de weg) te beperken wordt de weg niet verplaatst. Dit zorgt wel dat het buitendijkse talud wordt aangepast om te voorkomen dat de kering steiler wordt en de beheerbaarheid afneemt.
- **Ontwerpvak 8B**
Ondanks dat een voorland verbetering mogelijk is op deze locatie – wat in principe de oplossing is voor STPH in KA1 – is bij het binnendijkse wiel binnen dit KA gekozen voor een kwelkade. De rede hiervoor is dat een kwelkade minder goed scoort op beheerbaarheid, wat juist hetgeen is waar KA3 het accent op legt. Daarom wordt de kwelkade niet in KA3 maar in KA1 opgenomen. De kwelkade is volledig in grond uit te voeren, dus past ook zeker binnen KA1.
- **Ontwerpvak 9**
Binnen dit ontwerpvak worden aan de zuidzijde (tot en met de Vlote Bloem) de bouwstenen toegepast zoals beschreven in paragraaf 7.2 (voorlandverbetering). Ten noorden van de Vlote Bloem is gekozen voor het toepassen van een grindkoffer

(filterconstructie), omdat hier de piping opgave niet buitendijks opgelost kan worden en KA1 zo onderscheidend is van KA3.

- **Ontwerpvak 10**
Omdat bij het klooster een cultuurhistorisch waardevolle watergang onder aan de dijk ligt is een binnendijkse oplossing voor STBI niet mogelijk. KA1 legt echter wel de nadruk op een oplossing volledig in grond, dus daarom wordt voor dit ontwerpvak gekozen voor een buitenwaartse versterking door middel van een herprofilering van de dijk vanuit de binnenteen. Dit houdt in dat vanaf de watergang een berm wordt aangelegd, die overgaat naar een 1:3 talud tot de dijk weer op de huidige hoogte is. De breedte van de weg blijft gelijk aan de huidige situatie.

Tabel 7-1 geeft een overzicht van de bouwstenen die binnen dit alternatief van toepassing zijn per ontwerpvak. Binnen enkele ontwerpvakken worden meerder bouwstenen voor hetzelfde faalmechanisme toegepast. In deze situaties wordt de opgave op verschillende manieren opgelost op verschillende strekkingen van het ontwerpvak.



Figuur 7-1: Indicatief principeprofiel van kansrijk alternatief "Natuurlijk versterkt". Het bovenste profiel geeft een indicatief beeld van de huidige situatie en het onderste profiel geeft een indicatieve impressie van het alternatief met de versterkingsbouwstenen in rood, aangevuld met meekoppelkansen (natuurontwikkeling) die bij medefinanciering vanuit andere partijen gerealiseerd kunnen worden.

Tabel 7-1: Overzicht van de toegepaste kansrijke bouwstenen per ontwerpvlak binnen kansrijk alternatief 1 – ‘Natuurlijk versterkt’

Cluster		Sterreschans			Roswaard			De Polders					Angeren			Huissense Waarden				Huissen-Zuid	Huissen-Centrum
Ontwerp- en subvak		1	2A	2B	3A	3B	3C	4A	4B	4C	5	6	7A	7B	7C	8A	8B	8C	8D	9	10
STBI-oplossing	Talud verflauwing binnendijks		X		X	X	X	X	X	X	X	X	X		X	X		X	X		
	Stabiliteitsberm						X	X				X									
	Buitenwaarts - Herprofilering vanuit binnenteen																				X
STPH-oplossing	Voorlandverbetering		X					X	X		X			X		X			X	X	
	Pipingberm		X	X		X		X	X						X						
	Grindkoffer																			X	
	Kwelkade																X				
Hoogte oplossing	Ophogen weg incl. buitentalud	X																			

7.3 Kansrijk alternatief 2 – Vertrouwde dijk

Kansrijk alternatief 2 - 'de vertrouwde dijk' richt zich op het versterken van de dijk door uit te gaan van autonome ontwikkeling, waarbij bestaande functies en ruimtelijke kwaliteit (o.a. steile taluds en het kronkelige karakter) centraal staan. De dijkversterking wordt zoveel mogelijk binnen het huidige dijkprofiel uitgevoerd, met als doel het minimaliseren van ruimtelijke effecten op de omgeving. Het ontwerp is gericht op het behoud van bestaande waarden, zonder aantasting van natuur of andere gebiedseigen functies.

Voor de oplossing van macrostabiliteit aan de binnenzijde (STBI) en piping (STPH) wordt in dit alternatief gekozen voor **constructieve maatregelen**, zoals het toepassen van damwanden in plaats van grondoplossingen. De oplossing is in de basis wel minder duurzaam en duurder dan een grondoplossing.

Om schade door dierlijke graverij, zoals bevers, te voorkomen, worden waar nodig specifieke antigraverijmaatregelen getroffen, bijvoorbeeld door het aanbrengen van bevergaas. Hiermee wordt graafschade aan de dijk voorkomen, zonder ingrijpende ruimtelijke ingrepen.

Binnen dit alternatief ligt het accent op het behouden van de bestaande situatie en het beperken van ingrepen, wat resulteert in een ontwerp zonder extra meekoppelkansen. Er zijn dus geen aanvullende maatregelen gericht op verkeersveiligheid, recreatie of natuur opgenomen. Het watersysteem wordt eveneens niet aangepast.

Samengevat biedt dit alternatief een robuuste, veilige en toekomstbestendige dijk met minimale impact op de omgeving en bestaande waarden maar biedt het minder verbeterkansen en is het een minder duurzame oplossing.

Figuur 7-2 geeft een impressie van kansrijk alternatief 'de vertrouwde dijk' (onder) ten opzichte van de huidige situatie (boven). Hierbij is zichtbaar dat het ruimtebeslag en de ruimtelijke effecten minimaal zijn en de bestaande structuur zoveel mogelijk behouden blijft. Op een aantal locaties past deze principeoplossing niet en is een ander uitgangspunt gekozen. Deze worden toegelicht in paragraaf 7.3.1.

Voor het indicatieve ruimtebeslag van kansrijk alternatief 2, inclusief de indicatieve ligging van beheerstroken en werkstroken, maar exclusief de meekoppelkansen, zie Bijlage 3.

7.3.1 Meerwaarde van dit alternatief op de doelstellingen en meekoppelkansen

Meerwaarde voor projectdoelstellingen:

- **Behouden en/of versterken van de ruimtelijke waarden in het gebied: 0**
De bestaande waarden worden behouden. Er is geen actieve versterking of toevoeging van natuur of ecologie; het alternatief richt zich op behoud van het huidige landschap en functies. Autonome ontwikkeling staat centraal.
- **Duurzaamheid en circulariteit: -**
Het streven is om de dijkversterking zo veel mogelijk circulair uit te voeren. Door de inzet van constructies is 100% circulariteit niet haalbaar, en het gebruik van

gebiedseigen grond blijft beperkt. De milieuwinst en duurzaamheidsambities zijn hierdoor lager dan bij alternatieven op basis van grondoplossingen.

- **Verbeteren beheerbaarheid: 0**
De beheerbaarheid van de dijk wordt, waar dat past, verbeterd door het toevoegen van een binnendijkse beheerstrook. Over het gehele traject vindt echter geen integrale verbetering plaats.
- **Biodiversiteit en ecologische structuur: 0**
De biodiversiteit en ecologische structuur op de dijk en de aangrenzende gronden blijven conform de huidige situatie. Behalve het toepassen van kruidenrijk gras op de grondoplossingen worden er geen extra maatregelen getroffen voor versterking of uitbreiding van biodiversiteit.

Meerwaarde door meekoppelkansen:

- **Ontwikkeling en verbinding van functies in de uiterwaarden: 0**
Dit alternatief faciliteert geen verdere ontwikkeling van natuur of functies in de uiterwaarden; de bestaande situatie blijft behouden. Er ontstaat geen extra ruimte voor het verbinden van verschillende functies of natuurwaarden.
- **Klimaatbestendig watersysteem: 0**
Het watersysteem blijft ongewijzigd.
- **Verkeershinder en verkeersveiligheid: 0**
In dit alternatief ligt geen specifiek accent op verkeer, waardoor er geen extra maatregelen voor verkeersveiligheid worden meegenomen. Verbeterkansen binnen het huidige profiel van de dijk worden niet onmogelijk gemaakt.

7.3.2 Afwijkingen op de basisinvulling van dit alternatief

Onderstaand wordt beschreven binnen welke ontwerpvakken (en waarom) de uitwerking van dit KA afwijkt van de algemene uitgangspunten zoals beschreven in paragraaf 7.3 en geïllustreerd Figuur 7-2:

- **Ontwerpvak 1**
Omdat hier een hoogte opgave speelt, wordt voor dit ontwerpvak gekozen voor een constructie op de kruin voor dit KA. Hierbij kan worden gedacht aan bijvoorbeeld een muurtje, maar ook aan een constructie die mogelijk extra waarde toevoegt, zoals bloembakken of een zitrand.
- **Ontwerpvak 2a**
Binnen ontwerpvak 2 en een deel van dit ontwerpvak (DR042. t/m DR044.) blijkt op basis van nieuwe inzichten [Bron 19] dat de STBI-opgave ook kan worden opgelost door de dijk te verhogen. Hiermee wordt de overslag die de stabiliteitsproblemen veroorzaakt tegengegaan. Binnen andere ontwerpvakken wordt hier niet voor gekozen omdat daarbij een relatief grote ophoging nodig zou zijn. Bij vak 2a en vak 5 gaat het echter om een relatief kleine ophoging.

Tabel 7-2 geeft een overzicht van de bouwstenen die binnen dit alternatief van toepassing zijn per ontwerpvak. Binnen enkele ontwerpvakken worden meerder bouwstenen voor hetzelfde faalmechanisme toegepast. In deze situaties wordt de opgave op verschillende manieren opgelost op verschillende strekkingen van het ontwerpvak.



Figuur 7-2: Indicatief principeprofiel van kansrijk alternatief “Vertrouwde dijk”. Het bovenste profiel geeft een indicatief beeld van de huidige situatie en het onderste profiel geeft een indicatieve impressie van het alternatief met de versterkingsbouwstenen in rood.

Tabel 7-2: Overzicht van de toegepaste kansrijke bouwstenen per ontwerpvlak binnen kansrijk alternatief 2 – ‘Vertrouwde dijk’

Cluster		Sterreschans			Roswaard			De Polders					Angeren			Huissense Waarden				Huissen-Zuid	Huissen-Centrum
Ontwerp- en subvak		1	2A	2B	3A	3B	3C	4A	4B	4C	5	6	7A	7B	7C	8A	8B	8C	8D	9	10
STBI-oplossing	Verticale constructie			X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		X	X		X	X		X
	Wegophoging		X								X										
STPH-oplossing	Verticale constructie		X	X		X		X	X		X			X	X	X	X		X	X	
Hoogte oplossing	Constructie op de kruin	X																			

7.4 Kansrijk alternatief 3 – Veilig en veelzijdig

Kansrijk alternatief 3 - 'veilig en veelzijdig' richt zich op het realiseren van een veilige en toekomstbestendige dijk, waarbij beheerbaarheid en multifunctioneel gebruik centraal staan. In dit alternatief wordt de dijkversterking hoofdzakelijk in grond uitgevoerd, zodat oplossingen relatief eenvoudig beheerbaar en uitbreidbaar zijn. De beheerbaarheid van zowel de weg als de dijk is een belangrijk uitgangspunt waarmee in het ontwerp rekening wordt gehouden.

Voor de oplossing van macrostabiliteit aan de binnenzijde (STBI) en piping (STPH) wordt in dit alternatief in principe gekozen voor een binnendijkse oplossing in grond. Voor STBI bestaat dit alternatief uit het **verflauwen van het binnendijkse talud**, eventueel aangevuld met een stabiliteitsberm. Voor STPH wordt in dit alternatief gekozen voor een binnendijkse **pipingberm**.

Een belangrijk kenmerk van dit alternatief is de toevoeging van extra beheerstroken aan de dijk, zowel aan de binnen- als buitenzijde. De beheerstroken worden dus ook toegevoegd op locaties waar geen maatregel voor de waterveiligheid wordt uitgevoerd. Op deze plekken is de beheerstrook dan ook een meekoppelkans (zie paragraaf 6.2.2). Deze beheerstroken bieden daarnaast kansen voor extra meekoppelkansen, zoals het aanleggen van vrijliggende voet- en fietspaden, waardoor de verkeersstromen van langzaam en snel verkeer worden gescheiden. Dit verbetert de verkeersveiligheid en vergroot de recreatieve mogelijkheden in het dijkgebied. Gemeente Lingewaard heeft twee specifieke trajecten aangewezen waar zij meerwaarde zien in een buitendijks fietspad (zie hoofdstuk 6.2.1 en Figuur 6-2). Het combineren van de beheerstrook met een vrijliggend fietspad vraagt om een extra strook van 2 meter naast het fietspad (4 meter breed) om met maaisel tijdens het beheer neer te kunnen leggen. Daarom wordt op deze trajecten uitgegaan van een beheerstrook van 6 meter.

De synergie die ontstaat door het medegebruik van de beheerstroken biedt extra waarde voor gebruikers en de omgeving. Daarnaast kan ook voor de pipingbermen medegebruik worden toegestaan, wanneer deze met overhoogte worden aangelegd.

Waar risico bestaat op dierlijke graverij, zoals door bevers, worden antigraverijmaatregelen genomen, bijvoorbeeld door het aanbrengen van bevergaas om graafschade te voorkomen.

Dit alternatief biedt een duidelijke meerwaarde op het gebied van beheerbaarheid, verkeersveiligheid en recreatie. Door de toevoeging van beheerstroken, het mogelijk scheiden van verkeersstromen en het mogelijk toestaan van medegebruik van de pipingbermen ontstaat een dijk die niet alleen waterveilig is, maar ook multifunctioneel en goed te beheren is. Door het kiezen voor oplossingen in grond blijft de mogelijkheid bestaan om het ontwerp in de toekomst aan te passen aan veranderende eisen of wensen. Wel vraagt dit alternatief extra ruimte buiten de waterveiligheidsopgave voor het realiseren van buitendijkse fietspaden dat vergunning technisch moeilijk kan zijn vanwege de aanwezigheid van Natura 2000 gebied.

Samengevat levert het alternatief 'veilig en veelzijdig' een veilige, beheerbare en toekomstbestendige dijk op met extra mogelijkheden voor verkeer, recreatie en medegebruik. De synergie tussen waterveiligheid, beheerbaarheid en multifunctioneel gebruik biedt een solide basis voor verdere ontwikkeling van het gebied, mits er voldoende

ruimte en medefinanciering vanuit gebiedspartners beschikbaar is voor de beoogde meekoppelkansen.

Figuur 7-3 geeft een impressie van kansrijk alternatief 'veilig en veelzijdig' (onder) ten opzichte van de huidige situatie (boven). Hierin is zichtbaar hoe de extra beheerstroken en vrijliggende fietspaden bijdragen aan een beter beheerbare en veelzijdige dijk. Op een aantal locaties past deze principeoplossing niet en is een ander uitgangspunt gekozen. Deze worden toegelicht in paragraaf 7.4.1.

Voor het indicatieve ruimtebeslag van kansrijk alternatief 3, inclusief de indicatieve ligging van beheerstroken en werkstroken, maar exclusief de meekoppelkansen, zie Bijlage 4.

7.4.1 Meerwaarde van dit alternatief op de doelstellingen en meekoppelkansen

Meerwaarde voor projectdoelstellingen:

- **Behouden en/of versterken van de ruimtelijke waarden in het gebied: -**
De bestaande waarden worden zo veel mogelijk behouden en waar mogelijk versterkt op basis van het ruimtelijk kader. Dit alternatief biedt ruimte voor autonome ontwikkeling en integreert functies zoals recreatie en beheer, met aandacht voor het landschap en bestaande waarden. Echter betekent het versterken in grond dat het profiel van de dijk verandert wat een negatief effect heeft op de bestaande waarden, zoals het steile karakter van de dijk.
- **Duurzaamheid en circulariteit: +**
Er wordt gestreefd naar een hoge mate van circulariteit (circa 90%). Door de aanleg van extra (asfalt)verhardingen voor fietspaden en infrastructuur is 100% circulair niet haalbaar, maar het alternatief sluit goed aan bij de duurzaamheidsambities van het waterschap.
- **Verbeteren beheerbaarheid: ++**
De beheerbaarheid van de dijk wordt maximaal verbeterd. Dit gebeurt door het aanleggen van beheerstroken en het toepassen van taluds van 1:3, waardoor onderhoud eenvoudiger en veiliger wordt. Ook wordt rekening gehouden met wensen vanuit assetmanagement en beheer.
- **Biodiversiteit en ecologische structuur: 0**
De bestaande biodiversiteit en ecologische structuur worden behouden op het huidige niveau. Behalve het toepassen van kruidenrijk gras op de grondoplossingen is geen extra accent op natuurontwikkeling, maar de ecologische waarden blijven gewaarborgd.

Meerwaarde door meekoppelkansen:

- **Ontwikkeling en verbinding van functies in de uiterwaarden: +**
Dit alternatief faciliteert het medegebruik van beheerstroken, waardoor meekoppelkansen ontstaan op het gebied van recreatie, zoals aanleg van fietspaden en voetpaden.
- **Klimaatbestendig watersysteem: 0**
Het watersysteem blijft ongewijzigd; er worden binnen dit alternatief geen extra maatregelen getroffen voor klimaatbestendigheid.
- **Verkeershinder en verkeersveiligheid: ++**
Dit alternatief biedt de mogelijkheid tot het aanleggen van vrijliggende voet- en

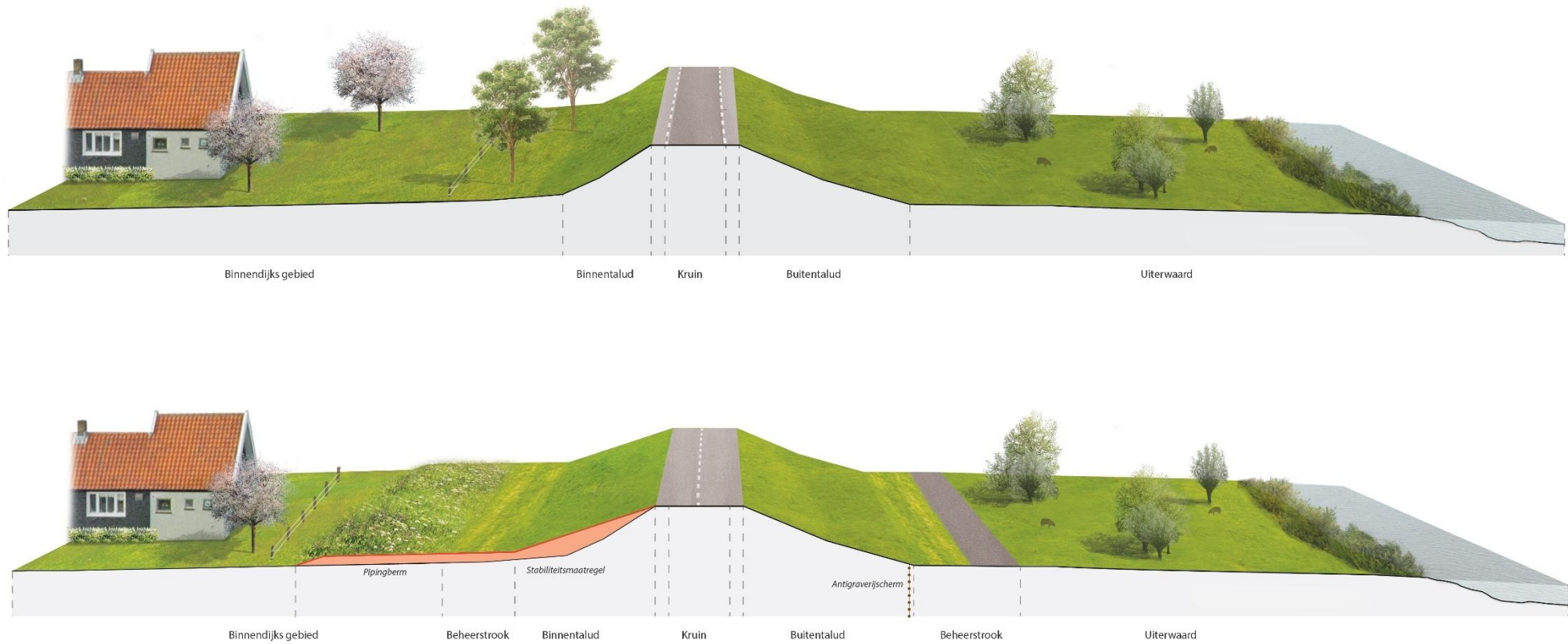
fietspaden, waardoor verkeersstromen gescheiden worden en de verkeersveiligheid aanzienlijk verbetert. Ook wordt recreatie gestimuleerd door betere infrastructuur.

7.4.2 Afwijkingen op de basisinvulling van dit alternatief

Onderstaand wordt beschreven binnen welke ontwerpvakken (en waarom) de uitwerking van dit KA afwijkt van de algemene uitgangspunten zoals beschreven in paragraaf 7.4 en geïllustreerd Figuur 7-3:

- **Ontwerpvak 1**
Binnen dit traject speelt een ander faalmechanisme dan in de andere ontwerpvakken. Omdat het hier om een hoogteopgave gaat, worden andere bouwstenen toegepast dan hierboven beschreven. Om bij Sterreschans aan de hoogte opgave te voldoen is binnen dit KA gekozen om de dijk te verhogen middels een buitendijkse aanvulling van het talud met een extra hoge wegberm. Bij dit alternatief wordt (in tegenstelling tot alternatief 1) de weg niet opgehoogd.
- **Ontwerpvak 4B**
Binnen dit ontwerpvak worden de bouwstenen toegepast zoals beschreven in paragraaf 7.4. Echter, de pipingberm loopt over een tertiaire watergang. Deze dient binnen hetzelfde peilgebied te worden gecompenseerd.
- **Ontwerpvak 8B**
Binnendijks is bij dit ontwerpvak alleen de kwelkade als kansrijke bouwsteen overgebleven. Omdat er onzekerheden zijn over de beheerbaarheid van de kwelkade en of deze in de legger opgenomen kan worden, is bij dit KA gekozen voor de buitendijkse oplossing in grond (de voorland verbetering) en is de kwelkade opgenomen in alternatief 1.
- **Ontwerpvak 9**
Binnen dit ontwerpvak worden wel de bouwstenen toegepast zoals beschreven in paragraaf 7.4. Waar dit ontwerpvak afwijkt ten opzichte van de rest is:
 - Ter hoogte van de Vlote Bloem is een pipingberm niet mogelijk, hier wordt dan ook gekozen voor het plaatsen van een filterconstructie in het wiel om piping tegen te gaan.
 - De pipingberm is over een tertiaire watergang geprojecteerd. Deze dient binnen hetzelfde peilgebied te worden gecompenseerd.
 - In een primaire watergang verder van de dijk moeten ook maatregelen worden getroffen tegen piping. Hier is gekozen voor het toepassen van een filterconstructie in de watergang.
- **Ontwerpvak 10**
Omdat bij het klooster een cultuurhistorisch waardevolle watergang onder aan de dijk ligt is een binnendijkse grondoplossing voor STBI niet mogelijk. Daarom wordt voor dit ontwerpvak gekozen voor een buitenwaartse versterking door middel van een herprofilering van de dijk vanuit binnenteen. Dit houdt in dat vanaf de watergang een berm wordt aangelegd, die overgaat naar een 1:3 talud tot de dijk weer op huidige hoogte ligt. De breedte van de weg blijft gelijk aan de huidige situatie.

Tabel 7-3 geeft een overzicht van de bouwstenen die binnen dit alternatief van toepassing zijn per ontwerpvak. Binnen enkele ontwerpvakken worden meerder bouwstenen voor hetzelfde faalmechanismen toegepast. In deze situaties wordt de opgave op verschillende manieren opgelost op verschillende strekkingen van het ontwerpvak.



Figuur 7-3: Indicatief principeprofiel van kansrijk alternatief “Veilig en veelzijdig”. Het bovenste profiel geeft een indicatief beeld van de huidige situatie en het onderste profiel geeft een indicatieve impressie van het alternatief met de versterkingsbouwstenen in rood, aangevuld met meekoppelkansen (buitendijks fietspad) die bij medefinanciering vanuit andere partijen gerealiseerd kunnen worden.

Tabel 7-3: Overzicht van de toegepaste kansrijke bouwstenen per ontwerpvlak binnen kansrijk alternatief 3 – ‘Veilig en veelzijdig’

Cluster		Sterreschans			Roswaard			De Polders					Angeren			Huissense Waarden				Huissen-Zuid	Huissen-Centrum
Ontwerp- en subvak		1	2A	2B	3A	3B	3C	4A	4B	4C	5	6	7A	7B	7C	8A	8B	8C	8D	9	10
STBI-oplossing	Talud verflauwing binnendijks		X		X	X	X	X	X	X	X	X	X		X	X		X	X		
	Stabiliteitsberm						X	X				X									
	Buitendijks - Herprofilering vanuit binnenteen																				X
STPH-oplossing	Pipingberm		X	X		X		X	X		X			X	X	X				X	X
	Voorlandverbetering																X				
	Filter in watergang																			X	
Hoogte oplossing	Ophogen buitentalud	X																			

7.5 Participatie: Kansrijke Alternatieven

Bewonersavond: kansrijke alternatieven

Na het samenstellen van de kansrijke alternatieven heeft er een bewonersavond plaatsgevonden (18 november 2025). Hier is toegelicht welke mogelijke alternatieven wel of niet doorgaan zijn naar de kansrijke alternatieven. Daarnaast zijn er impressies geschetst van hoe dit eruit zou kunnen komen te zien.

In Bijlage 1 zijn de tijdens de tafels ingebrachte punten met relatie tot mogelijke alternatieven weergegeven en is beschreven of en op welke wijze deze punten worden meegenomen.

8 Referenties

- [Bron 1] Integrale scope – Deeltraject Sterreschans-Huissen, Waterschap Rivierenland, augustus 2024, zaaknummer: 2024014970/2024101532
- [Bron 2] Issuematrix: voor elk issue, mogelijke meekoppelkans en raakvlak is nagegaan of een bouwsteen aan de lijst van mogelijke bouwstenen moet worden toegevoegd. Bron: Issuematrix voorverkenning Sterreschans-Huissen.xls (08-08-2024)
- [Bron 3] Opdracht HWBP-projecten, onderdeel duurzaamheid (hoofdlijn), Waterschap Rivierenland, 27-11-2023
- [Bron 4] Opdracht HWBP-projecten, onderdeel duurzaamheid (werkwijze), Waterschap Rivierenland, 27-11-2023
- [Bron 5] Duurzaamheidskansenkaart: waarin voor heel Sprok-Sterreschans-Heteren kansen voor toepassing van gebiedseigen grond en kwaliteiten uit het ruimtelijk kader zijn gebundeld.
- [Bron 6] Verslag “Schot in de roos” sessie Sprok-Sterreschans-Heteren, 30-09-2024
- [Bron 7] Aantekeningen “Schot in de roos” sessie Sprok-Sterreschans-Heteren gemeente Arnhem, 10-10-2024
- [Bron 8] Duurzaamheidsroos dijkversterking Sterreschans-Huissen, Arcadis – Infram, 27-05-2025
- [Bron 9] Ontwerputgangspunten Primaire Waterkeringen 2022, Waterschap Rivierenland, 22-04-2022
- [Bron 10] Beheer en onderhoudsplan Waterkeringen 2017-2021, Waterschap Rivierenland, versie 2.0, 30-01-2019
- [Bron 11] Basisspecificatie dijk, HEEL, 16-06-2021
- [Bron 12] 20211-3 Overzicht mogelijke bouwstenen, Sprok-Sterreschans-Heteren deeltraject Sterreschans-Huissen, Arcadis en Infram, 07-05-2025
- [Bron 13] 20211-2 Ontwerpvlak indeling, Sprok-Sterreschans-Heteren deeltraject Sterreschans-Huissen, Arcadis en Infram, 03-06-2025
- [Bron 14] Veiligheids- en gezondheidsplan ontwerpfase, HWBP Sterreschans-Huissen, Arcadis en Infram, 10-10-2025
- [Bron 15] Afweegkader alternatieven, Sprok-Sterreschans-Heteren deeltraject Sterreschans-Huissen, Arcadis en Infram, 27-06-2025
- [Bron 16] Rapportage mogelijke alternatieven, Sprok-Sterreschans-Heteren deeltraject Sterreschans-Huissen, Arcadis en Infram, 05-09-2025
- [Bron 17] Streekgidsen Ruimtelijke Kwaliteit & Landschap, Provincie Gelderland, Bosch Slabbers, 02-2022
- [Bron 18] Meekoppelkansennotitie dijkversterking Sprok-Sterreschans-Heteren, Deeltraject Sterreschans – Huissen, Waterschap Rivierenland, 2025
- [Bron 19] Dimensionering kansrijke alternatieven Sprok-Sterreschans-Heteren deeltraject Sterreschans-Huissen, Arcadis en Infram, 16-01-2026
- [Bron 20] Beoordeling zeef 1 dijkversterking Sprok-Sterreschans-Heteren, Deeltraject Sterreschans – Huissen, Arcadis en Infram, 16-01-2026
- [Bron 21] Plan van aanpak kabels en leidingen, Sprok-Sterreschans-Heteren Deeltraject Sterreschans-Huissen, Arcadis+Infram, 5 juni 2025
- [Bron 22] Ideeënboek biodiversiteit voor versterkingsprojecten, inrichtingselementen beschreven en beoordeeld, Waterschap Rivierenland, versie 2022-10-04
- [Bron 23] Stappenplan beoordeling sober en doelmatig ontwerp, HWBP, april 2021

Bijlage 1 | Inbreng op alternatieven vanuit participatieproces

In deze bijlage is de inbreng van de omgeving tijdens de cluster- en thematafels in relatie tot de mogelijke en kansrijke alternatieven opgenomen.

Inbreng op Mogelijke Alternatieven

Ingebrachte punten met relatie tot mogelijke alternatieven	Nemen we dit in de verkenning mee als onderdeel van (één van de) mogelijke alternatieven?
Natuurwaarden	
Kijk naar schapenbeweiding als optie wanneer een taludverflauwing te veel impact heeft.	Nee; het beleid van het Waterschap is om geen schapen meer op de dijk te laten grazen. Dit in verband met de negatieve impact op de biodiversiteit op de dijk.
Eigenaren van het wiel maken zich zorgen om de filteroplossing en de impact hiervan op de biodiversiteit.	Ja; biodiversiteit is onderdeel van het afweegkader voor alternatieven.
Bij ontwerpvak 4A is in het verleden een damwand aangebracht. Het talud is intact gebleven. Daardoor is het talud jarenlang ongestoord gebleven en is er zeer rijke flora ontstaan. Wens is dat de vegetatie bij de werkzaamheden niet gestoord wordt, zodat deze behouden kan blijven. Bij opnieuw inzaaien zal het wellicht tientallen jaren duren voordat de vegetatie zich hersteld heeft.	Ja; biodiversiteit is onderdeel van het afweegkader voor alternatieven.
Plan Ooievaar: laat het gebied in de uiterwaarde zichzelf ontwikkelen t.b.v. meer biodiversiteit.	Uiterwaarden inrichten hoort niet bij de opgave. Rekening houden met Natura2000 gebied is uiteraard wel van belang en dit wordt dan ook meegenomen in het afweegkader voor alternatieven. Het dijkversterkingsproject beperkt zich tot waar de waterveiligheidsmaatregel wordt uitgevoerd, veelal direct langs de dijk, wanneer we bijvoorbeeld een lange berm maken biedt dit kansen om te streven naar meer biodiversiteit. Dit wordt later meegenomen.
De dijkversterking mag geen grote negatieve effecten op de grondwaterstand hebben Het dijkversterkingsproject kan eventuele droogteproblematiek niet oplossen, maar er kan wel aan gedacht worden. Kwelsloten zijn in slechte staat.	Nee; Een dijkversterking biedt inderdaad geen directe oplossing voor de grondwaterproblematiek en valt dan ook niet binnen de scope. Onderhoud van watergangen worden in de schouw die het waterschap jaarlijks uitvoert meegenomen. Hierbij wordt gekeken of er gebaggerd moet worden. Kwalificatie van de sloot (als tertiaire watergang) is hierin belangrijk, niet alle sloten dienen verplicht op diepte te worden gehouden.

	Hiervoor kan de legger oppervlaktewater online worden geraadpleegd.
Erfgoed en cultuurhistorie	
Houdt rekening met het historisch kerkhof in de uiterwaarde.	Ja; als onderdeel van het afweegkader voor alternatieven wordt rekening gehouden met (cultuur)historische waarden.
Houdt rekening met landschapselementen, zoals monumentale heggen en bomen.	Ja; er wordt in alle gevallen rekening gehouden met ruimtelijke kwaliteit en beleving en (landschappelijk) cultuurhistorische waarden. Dit is onderdeel van het afweegkader voor alternatieven.
Zorgen om bewoning en belangrijke oude notenboom dicht aan de dijk en de beheerstroken in ontwerpvlak 4.	Ja; beschermde bomen, ruimtelijke kwaliteit en beleving en (landschappelijk) cultuurhistorische waarden worden meegenomen in het afweegkader voor alternatieven. Hetzelfde geldt uiteraard voor bewoning direct aan de dijk.
Verkeer en recreatie	
Behoefte aan een binnendijks wandelpad tussen Huissen en Angeren op de beheerstrook (binnendijks).	Nee; tenzij vanuit gemeente-initiatief en financiering voor aanleg en onderhoud wordt geboden.
Problematiek m.b.t. verkeersveiligheid: Maak de dijk autoluw/verbreedt de dijk/verlicht de dijk/verander de indeling van de dijk/pas de maximumsnelheid aan t.b.v. verkeersveiligheid.	De gemeente gaat over de weg op de dijk en moet dus meebeslissen en betalen voor eventuele aanpassingen. Het waterschap kan daar geen zelfstandige veranderingen in aanbrengen. Er zijn door verschillende belanghebbenden specifieke situaties aangewezen waar de verkeersveiligheid beter kan. Dit kan alleen als daar ook een waterveiligheidsopgave speelt en de gemeente besluit veranderingen aan te brengen. Er lopen gesprekken tussen de gemeente en het waterschap over deze signalen en de mogelijkheden, maar de gemeente heeft momenteel geen plannen om de verkeerssituatie op de dijk aan te passen. In de alternatieven is tussen Angeren en Huissen wel een alternatief opgenomen met een verbreding van de dijk en de weg t.b.v. de ontsluiting van een nieuwe woonwijk.
Het creëren van een vrijliggend fietspad t.b.v. de verkeersveiligheid.	Ja; dit is in de mogelijke alternatieven meegenomen als medegebruik van de beheerstrook waar mogelijk
Landbouw en bedrijven	
Geen	

Inbreng op Kansrijke Alternatieven

Ingebrachte punten met relatie tot kansrijke alternatieven	Nemen we dit in de verkenning mee als onderdeel van (één van de) kansrijke alternatieven?
Watersysteem en waterveiligheidsmaatregelen	
Zorg t.a.v. kwelwater: verplaatsen van het probleem richting woningen bij pipingberm	De pipingberm wordt aangelegd om piping te voorkomen. De eventuele effecten op grondwaterstanden worden voor het Voorkeursalternatief in beeld gebracht. De berm heeft hier naar verwachting geen effect op.
Wat betekent het voor de hydrologie? Er worden huizen gebouwd en dit kan de grondwaterstand verhogen. Wordt er bij het versterken van de dijk rekening mee gehouden?	Effecten op grondwaterstanden worden in beeld gebracht voor het Voorkeursalternatief.
Lost een damwand niet alle problemen op zonder al te grote impact op de omgeving? Waarom zou het waterschap moeilijk doen als het ook zo kan. Bij een andere bekende dijkversterking gebruiken ze ook kilometers lang damwanden.	Dit is een logische wens vanuit de omgeving. Een damwand heeft echter ook nadelen, deze is bijvoorbeeld niet duurzaam en erg duur. Oplossingen in grond (klei) hebben dan weer voordelen die daar tegenop wegen. Deze voor- en nadelen wegen wij tegen elkaar af.
Een andere mogelijkheid is het gebruik van beton in plaats van een damwand. Nemen jullie dat ook mee als oplossing?	Voor nu nemen we deze oplossing mee als 'constructief'. Doorgaans is dat een damwand, maar dat kan ook met een innovatie als beton. In de volgende fase, de Planuitwerking, kijken we naar de materialisatie en innovaties
Natuurwaarden	
Zijn er kansen voor natuurontwikkeling in uiterwaarden Huissen-Angeren? Bijvoorbeeld Natura 2000 (hardhout) ooibos/ stroomdalpaslanden. Deze zijn goed te combineren met recreatieve ontwikkelingen en agrarisch natuurbeheer.	Het waterschap houdt over kansen voor natuurontwikkeling contact met Stichting Lingewaard Natuurlijk. Hier worden mogelijke wensen besproken. Deze worden in de volgende fase dan meegenomen in de afweging.
Zorgen over behoud meidoornhaag bij de dijk?	In het afwegen van alternatieven zal ook gekeken worden naar de inpassing en natuurwaarden. De meidoornhaag is daarin een aandachtspunt.
Bereikbaarheid is ook van belang voor kikkers, padden, kleine zoogdieren etc. Wat ik mis verbindingen onder de weg door op cruciale oversteekplekken. Ook zij hebben recht op vrij verkeer	Een verbinding onder de weg door is een potentiële lekkage bij hoog water. Het is heel lastig deze oversteekplaatsen in een dijk te realiseren.
Erfgoed en cultuurhistorie	

Geen

Verkeer en recreatie

Is er een mogelijkheid om een buitendijks fietspad te realiseren tussen Krakkedel en Angeren? Nee; In beginsel is deze mogelijkheid er niet. De genoemde opties zijn de enige mogelijkheden die verkend worden. De gemeente kijkt hierbij naar nut, noodzaak en de beschikbare middelen.

Zorgen omtrent verkeersveiligheid op de dijk: maak de dijk autoluw/verlaag snelheden/leg drempels aan/voeg snelheidsborden toe/verhoog handhaving/pas de weginrichting aan De gemeente gaat over de weg op de dijk en moet dus meebeslissen en betalen voor eventuele aanpassingen. Het waterschap kan daar geen zelfstandige veranderingen in aanbrengen. Er zijn door verschillende belanghebbenden specifieke situaties aangewezen waar de verkeersveiligheid beter kan. Dit kan alleen als daar ook een waterveiligheidsopgave speelt en de gemeente besluit veranderingen aan te brengen. Er lopen gesprekken tussen de gemeente en het waterschap over deze signalen en de mogelijkheden, maar de gemeente heeft momenteel geen plannen om de verkeerssituatie op de dijk verder aan te passen.

Bij vak 4A is de weg erg smal en hoopt verkeer snel op. Na de bocht en het huis op de dijk is er binnendijks wat ruimte. Kan de dijk hier niet naar binnen gelegd worden, waarmee de weg ook automatisch verbreed kan worden? De dijk verleggen zonder dat hier sprake is van een (oplossing voor een) waterveiligheidsprobleem, of waar andere, efficiëntere oplossingen denkbaar zijn wordt niet gesubsidieerd door het Rijk. Hiermee is deze optie niet kansrijk.

Komt er een bouwweg van de dijk naar de Steenfabriek? Een extra bouwweg naar de Steenfabriek is eerder ingebracht. We hebben echter te maken met een Natura2000 gebied, het stroomgebied van de rivier en een kostbare ingreep.

Landbouw en bedrijven

Geen

Bijlage 2 | Tekeningen kansrijk alternatief 1 – Natuurlijk versterkt

Deze bijlage is los bijgevoegd.

Bijlage 3 | Tekeningen kansrijk alternatief 2 – Vertrouwde dijk

Deze bijlage is los bijgevoegd.

Bijlage 4 | Tekeningen kansrijk alternatief 3 – Veilig en veelzijdig

Deze bijlage is los bijgevoegd.