



# Verkenning Waddenzeedijk Koehool-Lauwersmeer

Notitie Voorkeursalternatief

Wetterskip Fryslân

15 december 2021



Project Verkenning Waddenzeedijk Koehool-Lauwersmeer  
Opdrachtgever Wetterskip Fryslân

Document Notitie Voorkeursalternatief  
Status Definitief 03  
Datum 15 december 2021  
Referentie LW344-37/21-019.169

Het kwaliteitsmanagementsysteem van Witteveen+Bos is gecertificeerd op basis van ISO 9001.

© Witteveen+Bos

Niets uit dit document mag worden veeelvoudigd en/of openbaar gemaakt in enige vorm zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van Witteveen+Bos noch mag het zonder dergelijke toestemming worden gebruikt voor enig ander werk dan waarvoor het is vervaardigd, behoudens schriftelijk anders overeengekomen. Witteveen+Bos aanvaardt geen aansprakelijkheid voor enigerlei schade die voortvloeit uit of verband houdt met het wijzigen van de inhoud van het door Witteveen+Bos geleverde document.

## INHOUDSOPGAVE

1	<b>INLEIDING</b>	<b>5</b>
2	<b>PROJECTBESCHRIJVING</b>	<b>7</b>
2.1	Projectgebied	7
2.2	Meervoudige opgave	8
2.3	Proces	11
3	<b>BESCHRIJVING VOORKEURSALTERNATIEF</b>	<b>14</b>
3.1	Ontwerp in grote lijnen	14
3.2	Milieueffecten van het VKA	19
3.3	Ruimtelijke kwaliteit in het VKA	20
4	<b>ALGEMEEN OVERZICHT VARIANTEN</b>	<b>21</b>
4.1	Harde oplossingen	21
4.2	Zachte oplossing	22
5	<b>AFWEGING VAN VARIANTEN OP TRAJECTNIVEAU</b>	<b>24</b>
5.1	Bekleding: hard of zacht	24
5.2	Stabiliteit: grond of constructie	25
6	<b>ONDERBOUWING PER SECTIE</b>	<b>27</b>
6.1	Sectie 1 - Koehool - Zwarte Haan	27
6.2	Sectie 2 - Zwarte Haan - Nieuwebildtzijl	30
6.3	Sectie 3 - Nieuwebildtzijl - Blije	33
6.4	Sectie 4 - Holwerd	35
6.5	Sectie 5 - Ternaard	39
6.6	Sectie 6 - Wierum	42
6.6.1	Sectie 6a - Wierum onbebouwd	42
6.6.2	Sectie 6b - Wierum bebouwd	46

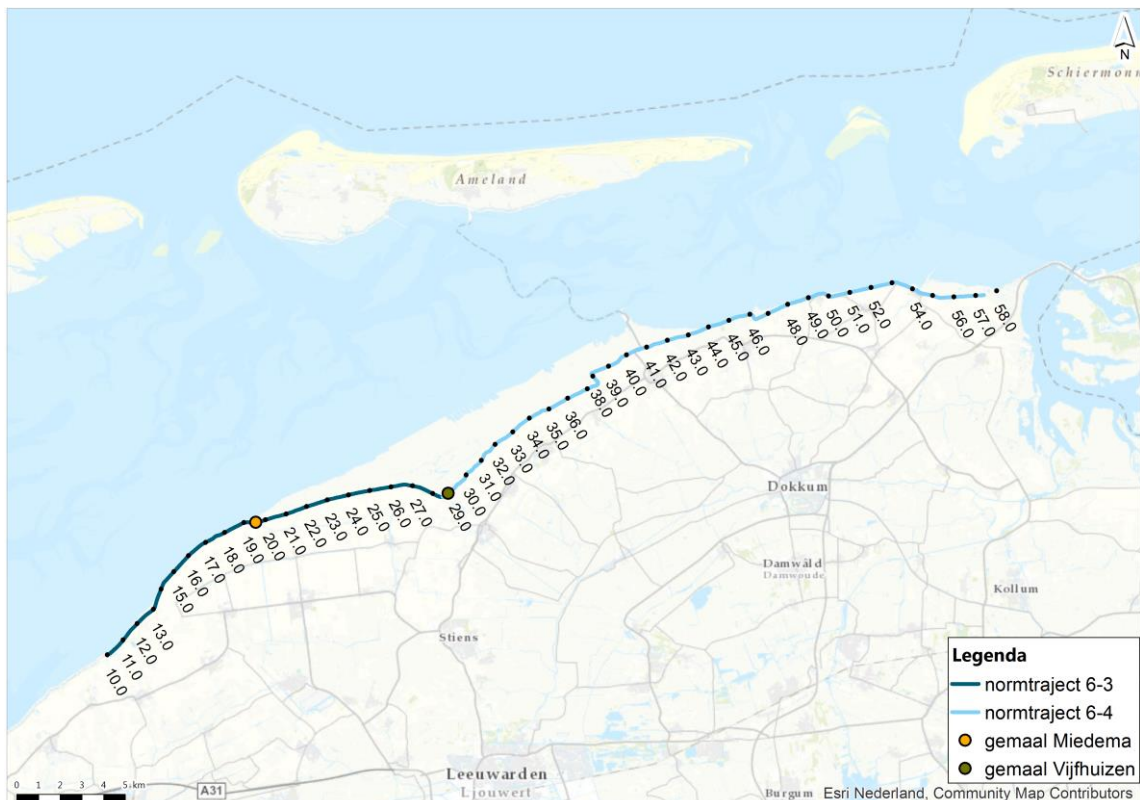
6.7	Sectie 7 - Paesens-Moddergat	50
6.7.1	Sectie 7a - Paesens-Moddergat bebouwd	50
6.7.2	Sectie 7b - Paesens-Moddergat onbebouwd	54
<b>7</b>	<b>AANDACHTSPUNTEN VOOR PLANUITWERKING</b>	<b>59</b>
7.1	Vanuit MER	59
7.2	Vanuit ruimtelijke kwaliteit	59
7.3	Vanuit techniek	60
7.4	Inpassingsmaatregelen en meekoppelkansen	61
7.5	Vanuit duurzaamheid	63
	Laatste pagina	63
	<b>Bijlage(n)</b>	<b>Aantal pagina's</b>
I	MER deel 1	156
II	Ruimtelijk Kwaliteitskader	128

# 1

## INLEIDING

De Waddenzeedijk tussen Koehool (km 10,1) en het Lauwersmeer (km 57,4), aan de noordkust van Friesland, beschermt het achterland tegen overstromingen vanuit de Waddenzee (Afbeelding 1.1). Elke twaalf jaar wordt beoordeeld of de dijk voldoet aan de wettelijke normen voor waterveiligheid. In 2011 is in het kader van de derde toetsronde, de waterkering afgekeurd. Op 1 januari 2017 is de nieuwe Waterwet ingegaan. In deze wet staan de nieuwe waterveiligheidsnormen. Daarom is in 2018 opnieuw een beoordeling uitgevoerd op basis van deze nieuwe normen en nieuwe beoordelingssystematiek. In 2011 is 22,55 km van het dijktraject afgekeurd en in 2018 ook de tussenliggende delen. De totale lengte van de dijkverbetering is door deze nieuwe beoordeling in totaal 47,3 km. Wetterskip Fryslân is de beheerder van de Waddenzeedijk en verantwoordelijk voor de hoogwaterveiligheid. Vanuit haar verantwoordelijkheid gaat Wetterskip Fryslân de dijk versterken. Deze versterkingsopgave is onderdeel van het Hoogwaterbeschermingsprogramma, (HWBP), het landelijke uitvoeringsprogramma van het Deltaplan Waterveiligheid.

Afbeelding 1.1 Overzicht dijktraject Koehool-Lauwersmeer



In 2016 is begonnen met de verkenning van maatregelen voor de dijkversterking. De eerste jaren hebben in het teken gestaan van aanvullend (bodem)onderzoek en het aanscherpen van de veiligheidsopgave. Eind 2019 is een breed proces opgestart om, samen met alle gebiedspartners, om in beeld te brengen welke initiatieven in de omgeving van de dijk spelen. Tegelijkertijd is zijn ook de mogelijkheden voor het

verbeteren van de dijk ontwikkeld. Deze zijn uitgewerkt in varianten. Per deel van de dijk is er vervolgens een voorkeursoplossing gekozen, op basis van onder andere: milieueffecten, kosten, belangen en ruimtelijke kwaliteit. Die voorkeursoplossingen vormen gezamenlijk het Voorkeursalternatief (het VKA) voor de dijkverbetering.

Deze notitie dient ertoe om de keus voor het VKA herleidbaar vast te leggen en de afwegingen die daarvoor gemaakt zijn toe te lichten. In het najaar van 20210 besluit het Algemeen Bestuur van Wetterskip Fryslân over het voorkeursalternatief, waarna het in de planuitwerkingsfase verder wordt uitgewerkt. Voordat de verdere uitwerking start, is het mogelijk om te reageren op dit besluit. In een periode van zes weken kunnen eventuele aandachtspunten voor de planuitwerking kenbaar worden gemaakt.

### Leeswijzer

In hoofdstuk 2 is het projectgebied beschreven. Daarnaast vindt u in dit hoofdstuk een toelichting op de drie opgaven binnen dit project, een beschrijving van het proces dat in de verkenningsfase is doorlopen en een vooruitblik op de planuitwerkingsfase en de realisatiefase. Hoofdstuk 3 beschrijft het VKA, de milieueffecten van het VKA en de beschouwing vanuit ruimtelijke kwaliteit op het VKA. In hoofdstuk 4 leest u welke varianten er zijn onderzocht in de verkenningsfase van dit project. Hoofdstuk 5 bevat de algemene redeneerlijn op basis waarvan de meeste keuzes zijn gemaakt. Vervolgens beschrijft hoofdstuk 6 de uitgebreide afweging per sectie. In hoofdstuk 7 zijn de aandachtspunten voor de planuitwerking opgenomen.

# 2

## PROJECTBESCHRIJVING

### 2.1 Projectgebied

Het dijktraject Koehool-Lauwersmeer ligt aan de noordkust van Friesland (zie

Afbeelding 2.1) en is onderdeel van de Waddenzeedijk die loopt van de Afsluitdijk in het westen tot aan de Duitse grens in het oosten.

Afbeelding 2.1 Projectgebied



#### Waddenlandschap

Om te begrijpen hoe de huidige Waddenzeedijk in het landschap ligt, is het belangrijk om stil te staan bij de ontstaansgeschiedenis van de dijk en het landschap. De Friezen kennen een lange strijd tegen het water en hebben daarbij ook veel land teruggewonnen van de zee. Nadat bewoners zich eeuwenlang met terpen tegen het water hadden beschermd, begon rond het jaar 1000 de dijkenbouw en landaanwinning op gang te komen. Omstreeks 1750 heeft Friesland zijn huidige vorm gekregen.

Het projectgebied kenmerkt zich door een enorme grootschaligheid en openheid. De dijk is daarbij de scheiding tussen de natuur van de Waddenzee en het agrarische zeekleilandschap. De dijk, welke meerdere malen door landaanwinning noordwaarts is verschoven, ligt tamelijk 'vrij' in het landschap. Waar in het Nederlandse riviergebied de dijken verweven zijn met bewoning en landgebruik langs de dijk, ligt de zeedijk hier eenzaam als voorste linie tegen het wad. Veel wegen lopen dood op de zeedijk en bewoning aan de dijk is schaars. Op twee plekken in het projectgebied ligt een dorp direct achter de dijk: Wierum en Paesens-Moddergat. In het dijktraject bevinden zich daarnaast twee gemalen, namelijk: gemaal Miedema en gemaal De Heining.

#### Dijktraject

Het dijktraject begint in Koehool (km 10,1) en eindigt in de buurt van het Lauwersmeer (km 57,4). Het is 47,3 kilometer lang en valt binnen de gemeenten Waadhoeke en Noardeast-Fryslân. Het traject bestaat uit dijken

van verschillende leeftijden. Door de dijkversterking in de jaren '70 is het dijkprofiel over het gehele traject redelijk uniform geworden. Toch is in het tracéverloop nog enigszins de geschiedenis van de dijk te herkennen. Op de kaart lijkt het een tamelijk recht tracé te volgen, maar er zijn ook stukken die behoorlijk bochtig en slingerend zijn. Op verschillende plekken sluiten oude historische dijken aan op de zeedijk of zijn relictten aanwezig van oude dijkdoorbraken. Dit zijn bijzondere plekken waarbij de ontstaansgeschiedenis van landaanwinning en de strijd tegen het water goed te zien is in het landschap.

Aan de hand van de veiligheidsopgave (afbeelding 2.4) en ruimtelijke kenmerken is het project geografisch opgeknipt in zeven secties (zie afbeelding 2.2).

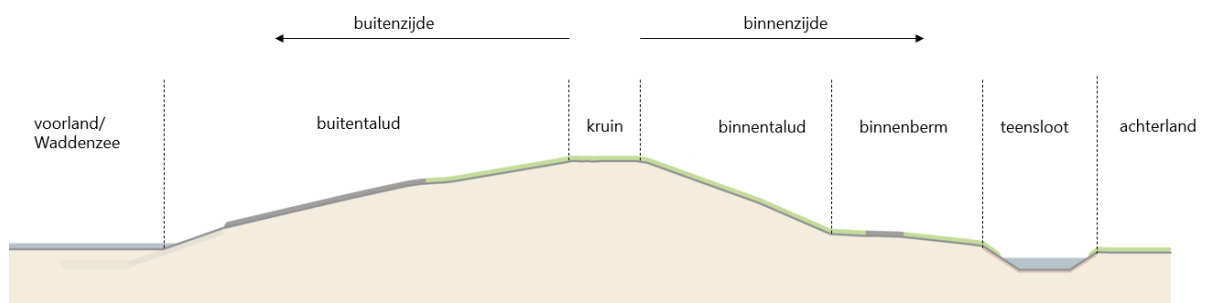
Afbeelding 2.2 Dijktraject Koehool-Lauwersmeer en sectie-indeling



### Dwarsprofiel

Het dwarsprofiel van de dijk is dat van een karakteristieke Nederlandse zeedijk waarvan de hoofdkenmerken langs de gehele Waddenzee kust in Friesland en Groningen ongeveer hetzelfde zijn, zie Afbeelding 2.3. De zeedijk is robuust en sober met een heldere hoofdvorm zonder opsmuk. De dijk is zo'n 6 à 7m hoger dan het omliggende maaiveld. Het binnentalud kent een steiler profiel dan het buitentalud. De bekleding bestaat voor het overgrote deel uit gras, waarbij delen van het buitentalud bedekt zijn met een steen- en asfaltbekleding. De onderhoudsweg ligt aan de binnendijkse berm in een breed profiel van gras. Op de overgang naar de agrarische percelen is een sloot aanwezig. Op veel plekken grazen schapen op de dijk.

Afbeelding 2.3 Kenmerkend dwarsprofiel zeedijk met veelgebruikte termen

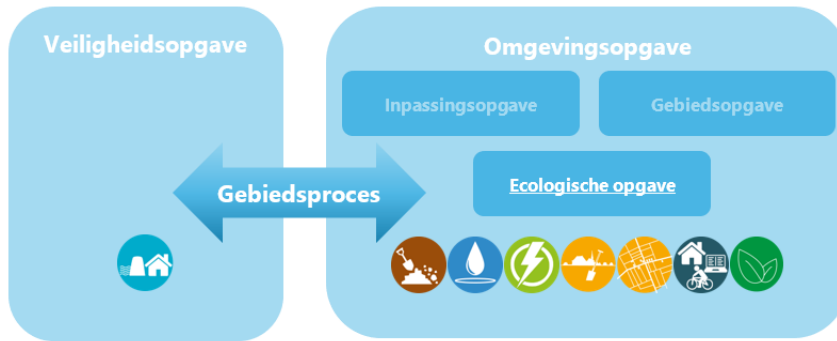


## 2.2 Meervoudige opgave

De aanleiding voor dit project is de opgave om de dijk te versterken. In aanvulling daarop heeft Wetterskip Fryslân samen met andere partijen onderzocht welke initiatieven er spelen in de omgeving en hoe deze samen met het versterken van de dijk opgepakt kunnen worden. Een van de opgaven in het gebied is een ecologische opgave vanuit de Programmatische Aanpak Grote Wateren (PAGW). Naast deze ecologische opgave spelen er ook andere (gebieds)opgaven in de omgeving van de dijk, zoals Holwerd aan Zee, het gebiedsproces Ternaard.



Afbeelding 2.4 Meervoudige opgave binnen het project



Dit maakt dat de opgave van Wetterskip Fryslân drieledig is;

- hoogwaterveiligheid;
- (bijdragen aan) ecologisch herstel van het waddengebied;
- verrijking van het gebied rondom de dijk.

### Hoogwaterveiligheid

De hoofddoelstelling van de verbetering van de Waddenzeedijk weer voldoet aan de wettelijke veiligheidsnorm, zoals beschreven is in de Waterwet. Uitgangspunt hierbij is dat de dijk weer voor 50 jaar aan de waterveiligheidsnormen moet voldoen. Er wordt daarbij rekening gehouden met verwachte toekomstige ontwikkelingen, zoals bijvoorbeeld zeespiegelstijging en bodemdaling. Zo wordt gezorgd dat de dijk voor langere tijd voldoende veilig is.

### Beoordeling volgens de Waterwet

In de Waterwet staan de regels over het beheer en gebruik van watersystemen in Nederland, waaronder primaire waterkeringen zoals de Waddenzeedijk Koehool-Lauwersmeer. Volgens de Waterwet moeten de primaire waterkeringen elke 12 jaar worden beoordeeld aan de wettelijke normen voor de waterveiligheid. Op basis van voorgeschreven rekenregels (het Wettelijk Beoordelingsinstrumentarium, WBI), veldkennis en beheerervaringen krijgt de waterkering een veiligheidsoordeel.

### Faalmechanismen

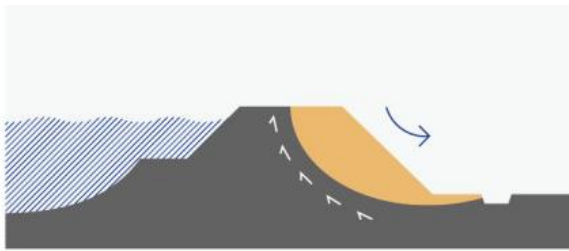
De dijk is op veel delen niet sterk genoeg meer en kan bij extreme situaties op verschillende manieren bezwijken. Deze manieren worden faalmechanismen genoemd. Vanuit de wettelijke voorschriften zijn veiligheidsanalyses uitgevoerd om te berekenen wat de sterkte van de dijk moet zijn. De zeedijk van Koehool tot het Lauwersmeer is afgekeurd op drie verschillende faalmechanismen. In de onderstaande tabel zijn de drie faalmechanismen uitgelegd.

Tabel 2.1 Overzicht relevante faalmechanismen

Faalmechanisme	Toelichting
	<p><b>Erosie kruin en binnentalud (hoogte)</b></p> <p>Doordat er water over de dijk stroomt (overslag), kan het binnentalud eroderen. De dijk is niet hoog genoeg of de bekleding van het binnentalud niet sterk genoeg.</p>

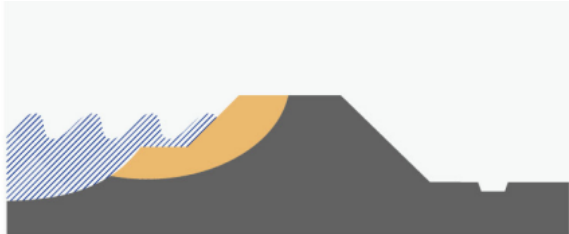
## Faalmechanisme

## Toelichting



### Macrostabiliteit binnenwaarts

Bij hoge waterstanden stijgt de waterdruk in de dijk, waardoor het binnentalud kan afschuiven. De dijk is niet stabiel genoeg.

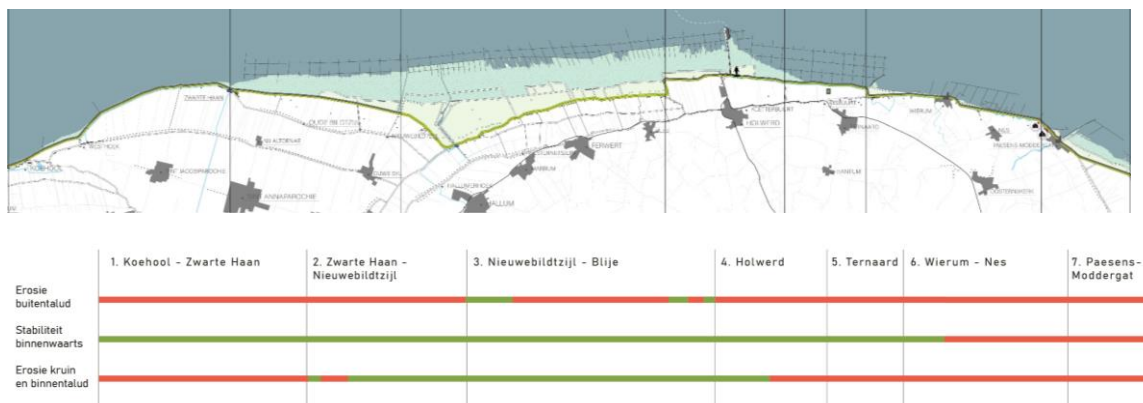


### Erosie buitentalud

Door stroming en golven kan het buitentalud en/of voorland eroderen. De bekleding van het buitentalud is niet sterk genoeg. Dit geldt voor alle typen bekleding langs de dijk: gras, asfalt en steenzetting.

Onderstaande afbeelding (2.5) geeft de veiligheidssopgave weer voor de drie faalmechanismen waarop de dijk is afgekeurd. Doordat de vorm, ondergrond, (golf)belastingen, opbouw en dergelijke variëren langs het traject, varieert de veiligheidsopgave eveneens. De groene lijnen betekenen dat het stuk dijk is goedgekeurd voor het betreffende faalmechanisme. Een rode lijn betekent dat het stuk dijk is afgekeurd.

Afbeelding 2.5 Schematische weergave veiligheidsopgave



## Ecologisch herstel van het waddengebied

De Waddenzee is UNESCO Werelderfgoed en het grootste intergetijdengebied van Europa. Het gebied is eeuwenlang onderwerp geweest van menselijke ingrepen. Zo zijn er dijken en dammen aangelegd ten behoeve van de waterveiligheid, grote zeearmen afgesloten en zijn er grote delen van de Waddenzee ingepolderd. Deze ingrepen hebben effect op het functioneren van de Waddenzee. De natuurlijke dynamiek van water- en sedimentstromen is veranderd, leefgebieden zijn grotendeels verloren gegaan, migratieroutes zijn afgesloten en het voedselweb is veranderd.

### Programmatie Aanpak Grote Wateren (PAGW)

De Kaderrichtlijn Water (KRW) zorgt samen met de Vogel- en Habitatrichtlijn (Natura 2000) voor instandhouding en verbetering van de huidige flora, fauna en waterkwaliteit van de Waddenzee. Voor het effectief en efficiënt realiseren van deze doelen en voor een transitie naar een duurzamer beheer is er landelijk geconstateerd dat er meer nodig is dan alleen de KRW- en Natura 2000-maatregelen. Daarom is de Programmatie Aanpak Grote Wateren (PAGW) in het leven geroepen.

In de PAGW werken Rijkswaterstaat, Staatsbosbeheer en de Rijksdienst voor Ondernemend Nederland (RVO) samen in opdracht van de Ministeries LNV en IenW. Het doel van deze samenwerking is maatregelen te nemen die nodig zijn voor toekomstbestendige grote wateren waar hoogwaardige natuur goed samengaat met een krachtige economie. Voor het realiseren van het PAGW doel in de dijkverbeteringsopgave Koehool-Lauwersmeer is een rijksbudget gereserveerd.

### Verrijken van het gebied rond de dijk

In 2019 heeft Wetterskip Fryslân besloten om dijkverbeteringen gebiedsgericht aan te pakken en is het programma Waddenzeekust opgericht. Het doel daarvan is om de Waddenzeedijk als een integraal onderdeel van de Waddenzeekust te laten functioneren.

In een open en gebiedsgerichte aanpak is ruimte voor initiatieven van bewoners en gebruikers van het gebied. Het Wetterskip beoogt met alle belanghebbenden te komen tot onderlinge afstemming van plannen en maatregelen. Waar mogelijk kan het gezamenlijk maken van plannen ook leiden tot onderlinge samenwerking in de uitvoering.

## 2.3 Proces

Het planvormingsproces van een dijkversterking in het Hoogwaterbeschermingsprogramma bestaat uit drie fasen: verkenningsfase, planuitwerkingsfase en realisatiefase (zie Afbeelding 2.). Het project bevindt zich momenteel in de verkenningsfase.

Afbeelding 2.6 Project in drie fasen



### Verkenningsfase

In der Verkenning liegt der Fokus auf dem Abwägen, Wählen und Unterbauen von verschiedenen Alternativen, um die Dijk zu verstärken. Dabei geht es um Lösungen, die die räumliche Form der Dijk bestimmen. Wenn mehr Platz benötigt wird als bei der derzeitigen Dijk, hat dies Auswirkungen auf andere Nutzungsfunktionen, die im Gebiet eine Rolle spielen, wie Landwirtschaft, Natur, Wohnen und Freizeit. Die Verkenning ist daher in erster Linie eine Abwägung zwischen den Interessen dieser Funktionen. Nach der Abwägung der Alternativen auf Basis von u.a. Umweltauswirkungen, Integration und Kosten, wird ein Vorschlag für ein Vorzugsalternativ (VKA) erstellt. Dieses VKA wird in Absprache mit der Umgebung vorbereitet und durch das Management von Wetterskip Fryslân bestätigt. Das VKA legt die Entscheidung für die Verstärkung der Dijk auf Hauptlinien fest. Die weitere Ausarbeitung erfolgt in der Planungsphase. Außerdem macht das VKA Aussagen über die Integration der Dijk in das umliegende Gebiet und wie anlaufende Projekte oder Entwicklungen im Gebiet, falls dies in Absprache mit der Dijkverstärkung durchgeführt werden kann.

#### Participatie in de verkenningsfase

Während der Verkenningphase wird ein breiter Gebietsprozess durchgeführt, bei dem die Kommunikation in die Umgebung und die Möglichkeiten der Teilnahme. Informieren hat insbesondere über die Orte, die über digitale Informationsveranstaltungen und zweimal eine Dijktour. Auch andere Informationsquellen werden genutzt, wie Newsbriefe, die Projektpagina auf der Website von Wetterskip Fryslân und ein Online-Teilnahmeplattform. Währenddessen können Menschen Fragen und Bemerkungen über E-Mail, Telefon oder das Kontaktformular auf der Website von Wetterskip. In der Umgebung wird viel Input gesammelt. Über ein Online-Teilnahmeplattform Ende 2020 haben Behörden und Interessengruppen mitdenken können über den Entwurf. Insgesamt sind mehr als 200 Initiativen und Ideen gesammelt. Auf dem Online-Teilnahmeplattform haben Bewohner, Unternehmer und andere Interessierte insgesamt mehr als 100 Reaktionen eingereicht. Die Reaktionen umfassten

vragen, zorgen of suggesties over de dijk en het gebied eromheen. Daarnaast hebben mensen een formele zienswijze kunnen indienen op het startdocument, met daarin het plan van aanpak om te komen tot een besluit voor de dijkverbetering. Dit document lag in augustus en september 2020 ter inzage. De zienswijzen het startdocument zijn beantwoord in een reactienota.

Alle input vanuit de omgeving is verzameld en geregistreerd. Samen met de gebiedspartners is gekeken hoe alle suggesties en wensen uit de omgeving in deze of een volgende fase in het project kunnen worden opgenomen. Er zijn ook suggesties en wensen belegd bij gebiedspartners omdat die een beperkt raakvlak hebben met de dijkversterking. Dit is beschreven in de volgende paragraaf.

#### *Meekoppelkansen en inpassingsmaatregelen*

De omvangrijke dijkversterkingsopgave biedt ruimte om extra waarden of nieuwe functies toe te voegen door ruimtelijke ontwikkelingen, projecten, wensen of initiatieven van anderen te koppelen. In de verkenningsfase is in een breed gebiedsproces een inventarisatie gemaakt van initiatieven waarvoor de omgeving kansen ziet om ze aan de dijkversterking te koppelen.

Samen met de gebiedspartners zijn deze initiatieven onderverdeeld in vier categorieën, namelijk:

- zelfstandige projecten;
- raakvlakprojecten;
- meekoppelkansen;
- inpassingsopgaven.

De zelfstandige- en raakvlakprojecten worden opgenomen in lopende of nog op te richten gebiedsprocessen en daarmee is er nog een mogelijkheid om deze projecten in een latere fase te verbinden aan de dijkverbeteringsopgave. De gebiedsprocessen worden momenteel verder uitgewerkt door de Provincie Friesland. De meekoppelkansen en inpassingsmaatregelen zijn nader onderzocht binnen de dijkversterkingsopgave. Het detailniveau van de meekoppelkansen en inpassingsmaatregelen is echter niet vergelijkbaar met het detailniveau van het voorkeursalternatief. Daarom is ervoor gekozen om alle meekoppelkansen en inpassingsmaatregelen die voortkomen uit deze verkenningsfase, nader te onderzoeken in de planuitwerkingsfase. Meer informatie over deze meekoppelkansen en inpassingsmaatregelen is te vinden in paragraaf 7.4.

Naast meekoppelkansen en inpassingsmaatregelen zijn er ook wensen ten aanzien van het ontwerp opgehaald. Dit zijn eisen over bijvoorbeeld het behoud van mosselbanken of over het gebruik van bepaalde bekleding. Al deze eisen zijn beoordeeld en waar mogelijk verwerkt in het VKA. De meeste eisen hebben betrekking op verdere detaillering van het ontwerp en worden in de planuitwerkingsfase verder onderzocht.

#### *Ruimtelijke kwaliteit*

De verbetering van de Waddenzeedijk is ook landschappelijke opgave. De dijk ligt verankerd in een eeuwenoud cultuurlandschap waarin de geschiedenis letterlijk afleesbaar is. Het beschouwen van de ruimtelijke inpassing is deel van de opdracht vanuit het HWBP om tot een goede afweging voor de verbetering van de dijk te komen. Daarom is het ruimtelijk kwaliteitskader (RKK - bijlage 2) opgesteld. Dit document is tot stand gekomen in nauwe samenspraak met de werkgroep ruimtelijke kwaliteit. In deze werkgroep zaten specialisten op het gebied van landschap en inpassing vanuit de gebiedspartners. In gezamenlijkheid zijn kwaliteiten benoemd en uitgewerkt in leidende waarden en toepasbare ruimtelijke principes. Ook zijn de varianten en het VKA beschouwd. Het resultaat is een document met handvaten om te komen tot een dijkversterking met ruimtelijke kwaliteit. Het RKK helpt om ook in het vervolgproces navolgbare keuzes te maken over de ruimtelijke kwaliteit, de landschappelijke en cultuurhistorische kwaliteit van de dijk en omgeving.

#### **Planuitwerkingsfase**

In de planuitwerkingsfase ligt de focus op het nader uitwerken, onderbouwen en juridisch vaststellen van het VKA. Dit doen we door het ontwerp van de dijkversterking technisch en ruimtelijk gedetailleerder uit te werken. In deze fase wordt ook op individueel niveau gesproken met direct betrokkenen bij de dijkversterking, bijvoorbeeld als eigenaar of gebruiker op of aan de dijk. Van deze planuitwerking worden nogmaals de milieueffecten en de kosten bepaald. Ook wordt in deze fase de voorbereiding op de realisatie

opgestart. Denk daarbij over hoe de bouwlogistiek van het project plaatsvindt, maar ook op welke wijze het project omgaat met afsluiting van wegen en omleidingen. Negatieve effecten op de omgeving worden hier gemitigeerd/gecompenseerd, dan wel onderbouwd op hun noodzaak. Om de versterking van de dijk mogelijk te maken, worden vergunningen voorbereid en aangevraagd. Het besluit om de dijkversterking daadwerkelijk uit te gaan voeren, heet de Projectbeslissing.

#### **Realisatiefase**

In de realisatiefase wordt het ontwerp van de dijkversterking uitgevoerd door een aannemer. Hierbij wordt voordat er gestart wordt met het werk uitgedacht hoe materialen en machines goed en veilig op de dijk kunnen komen zodat er veilig gewerkt kan worden. Uiteraard wordt er in deze fase ook gemonitord wat de werkzaamheden eventueel voor (negatieve) effecten hebben op gebouwen. Het doel is om de werkzaamheden met zo min mogelijk overlast, hinder, emissies en schade uit te voeren.

# 3

## BESCHRIJVING VOORKEURSALTERNATIEF

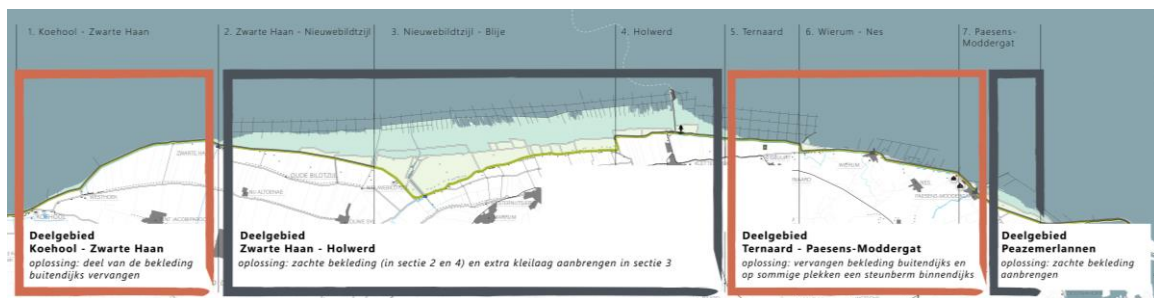
### 3.1 Ontwerp in grote lijnen

Het hele traject van Koehool tot Lauwersmeer is opgedeeld in zeven secties, elk met specifieke eigenschappen en versterkingsopgaven. Per sectie is voor de versterkingsopgave een aantal mogelijke oplossingen (varianten) ontwikkeld. Deze zijn beschreven in hoofdstuk 4. Grofweg zijn er twee soorten oplossingen, een harde en een zachte oplossing. Bij de harde oplossing wordt met behulp van harde materialen (steen en asfalt) de dijk versterkt. Bij de zachte oplossing wordt het voorland gebruikt en wordt de buitenzijde van het talud verflauwd en voorzien van grasbekleding<sup>1</sup>. Per sectie zijn de varianten beoordeeld op kosten, milieueffecten, beheer, ruimtelijke kwaliteit en omgeving. Uit de varianten is vervolgens voor elke sectie een oplossing gekozen. Hoofdstuk 5 beschrijft de afweging die er op hoofdlijnen is gemaakt, en in hoofdstuk 6 is voor elke sectie een samenvatting van de (effect)beoordeling gegeven.

Alle oplossingen van de secties samen vormen het voorkeursalternatief (VKA). Het VKA is in vier stukken te verdelen waarvoor de voorgestelde oplossing min of meer gelijk is (zie Afbeelding 3.1). Deze vier delen beschrijven we in dit hoofdstuk.

Het VKA is op een hoog abstractieniveau uitgewerkt. Per deel is de oplossing in één principe doorsnede, in één schetsmatige tekening weergegeven. Voor het VKA zijn ook de milieueffecten bepaald en de kosten berekend. Deze zijn te lezen in paragraaf 3.3 en 3.4. Tijdens de planuitwerkingsfase wordt meer ingezoomd op de dijksectie en wordt er in detail gekeken hoe de gekozen oplossing precies ingepast moet worden.

Afbeelding 3.1 schematische weergave van het VKA



#### Koehool - Zwarte Haan

Het deel Koehool - Zwarte Haan is gelijk aan sectie 1 en loopt van het buurtschap Koehool tot het gemaal Zwarte Haan.

De buitendijkse bekleding van stenen, asfalt en gras voldoet niet meer aan de waterveiligheidsnorm. Daarom worden de afgekeurde delen van de steenbekleding en asfaltbekleding vervangen door vergelijkbare materialen. Om de bekleding boven de buitenberm beter te beschermen tegen erosie, wordt de

<sup>1</sup> in de planuitwerkingsfase wordt onderzocht of hier een kruidenrijk mengsel kan worden ingezaaid.

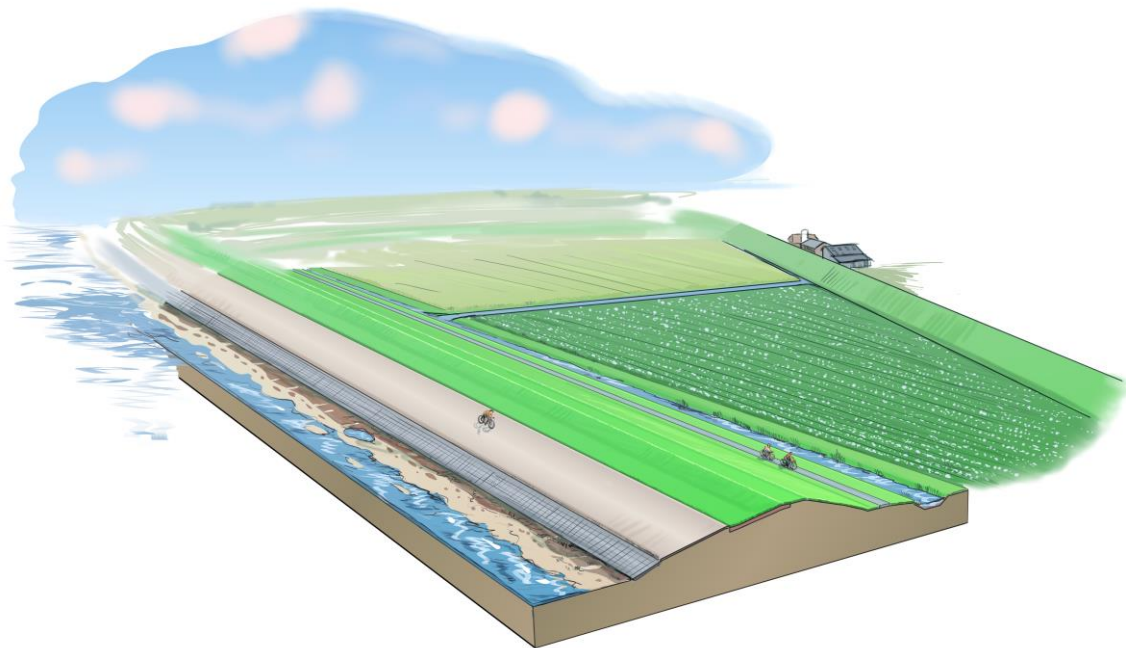
grasbekleding vervangen door open steenasfalt (OSA) met daaroverheen een laag grond en gras, waardoor de dijk zijn deels groene uitstraling behoudt

Naast de bekleding van het buitentalud is dit deel van de dijk afgekeurd op het faalmechanisme erosie kruin en binnentalud. De oplossing hiervoor betreft het vergroten van de overslagbestendigheid door lokaal overgangen en objecten te versterken. Een verhoging van de kruin is niet nodig.

Afbeelding 3.2 Schematische weergave open steenasfalt (OSA)



Afbeelding 3.3 Impressie voorkeursalternatief van Koehool tot Zwarte Haan



### Zwarte Haan - Holwerd

Het deelgebied Zwarte Haan - Holwerd bestaat uit de secties 2, 3 en 4. Het voorland van Noard-Fryslân Bûtendyks is hier redelijk hoog en lang. Het water staat hier in normale omstandigheden niet tegen de dijk aan, alleen bij extreem hoge waterstanden komt er water tot aan de dijk.

De dijk tussen Nieuwebildtzijl en Blije (sectie 3) heeft aan de buitenzijde een flauwe helling en heeft nu een zachte bekleding van klei met daar bovenop gras. Bij de secties 2 en 4 is de dijk steiler en heeft deze een harde bekleding van steen, asfalt en gras. Zowel de harde als de zachte bekledingen zijn op dit gedeelte van de dijk afgekeurd.

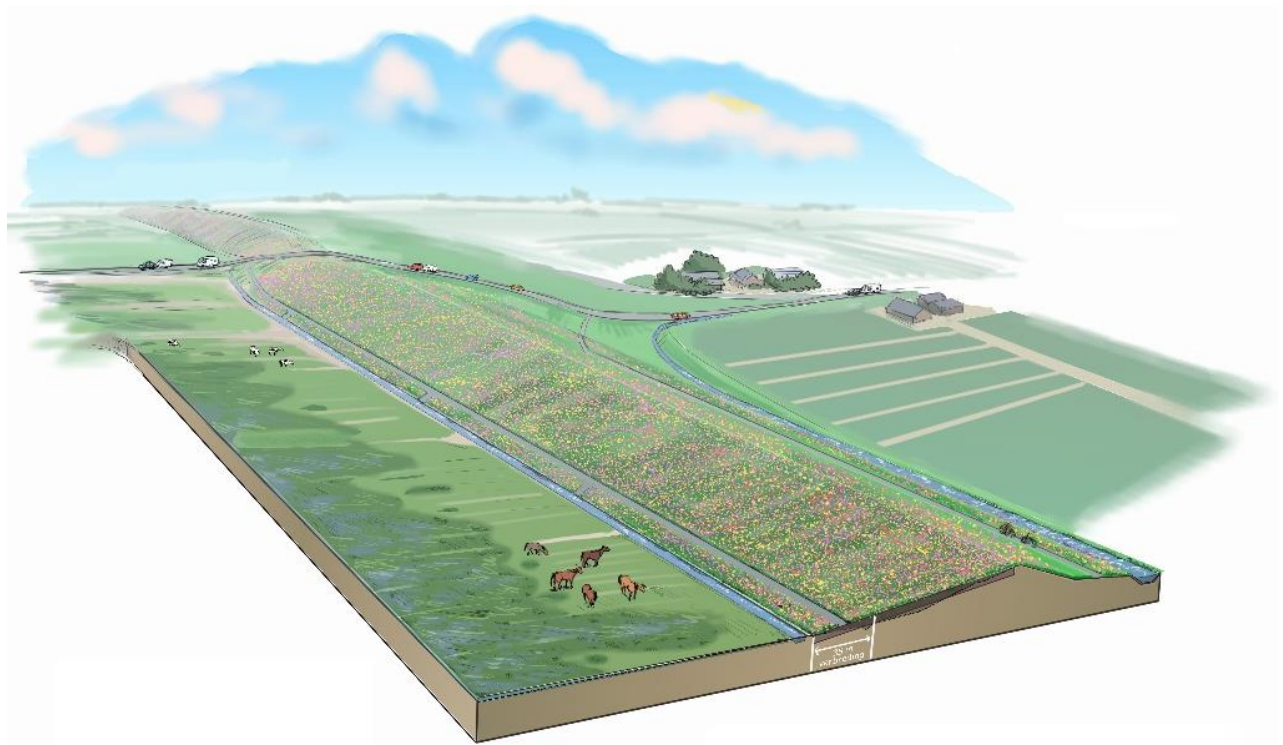
Het heeft de voorkeur om hier een zachte oplossing te realiseren<sup>1</sup>. Alle harde bekledingen worden vervangen door een kleilaag met gras. Op de steilere delen wordt het talud flauwer gemaakt. Het bestaande voorland, tot ongeveer 300 m vanaf de buitenteen van de dijk wordt onderdeel van de waterkering. Dit voorland moet, om te voldoen aan de waterveiligheidsnormen, zijn lengte en een minimale hoogte van één meter boven NAP behouden.

Dit gedeelte van de dijk is deels afgekeurd op het faalmechanisme erosie kruin en binnentalud. Door het kiezen van de zachte oplossing op dit gedeelte, hoeft de dijk hier niet verhoogd te worden. Het flauwe talud verkleint namelijk de mate van golfoverslag.

### *Elastocoast*

In 2016 is op een aantal strekkingen een overlaging van Elastocoast aangebracht over steenzettingen die afgekeurd waren. Deze bekleding heeft een levensduur van 50 jaar en in sectie 2 en 4 voldoet deze bekleding aan de huidige veiligheidseisen. Door het aanleggen van variant 3, zal deze bekleding ruim voor het bereiken van het einde van de levensduur verwijderd worden.

Afbeelding 3.4 Impressie voorkeursalternatief van Zwarte Haan tot Holwerd



### **Ternaard - Paesens-Moddergat**

In deelgebied Ternaard tot en met Paesens-Moddergat (sectie 5 tot en met 7a) is de buitenkant (zeezijde) van de dijk bekleed met steen, asfalt en gras. Bij 't Skoar en bij Wierum liggen kleine kwelders. Op het overige deel van dit deelgebied staat het water tot aan de dijk. Aan de binnenkant (landzijde) is de dijk bekleed met gras en naast het talud ligt een (onderhouds)weg. Naast de weg ligt een sloot, of staat bebouwing. Ook zijn er meerdere dijkputten langs de dijk waardoor de sloot op verschillende plekken diep is. In dit deelgebied liggen ook de dorpen Wierum en Paesens-Moddergat tegen de dijk aan. Bij de kerk in Wierum staat in de teen van de dijk een stenen muurtje als onderdeel van de waterkering.

<sup>1</sup> Deze voorkeur is toegelicht in hoofdstuk 5.1 Bekleding: hard of zacht.



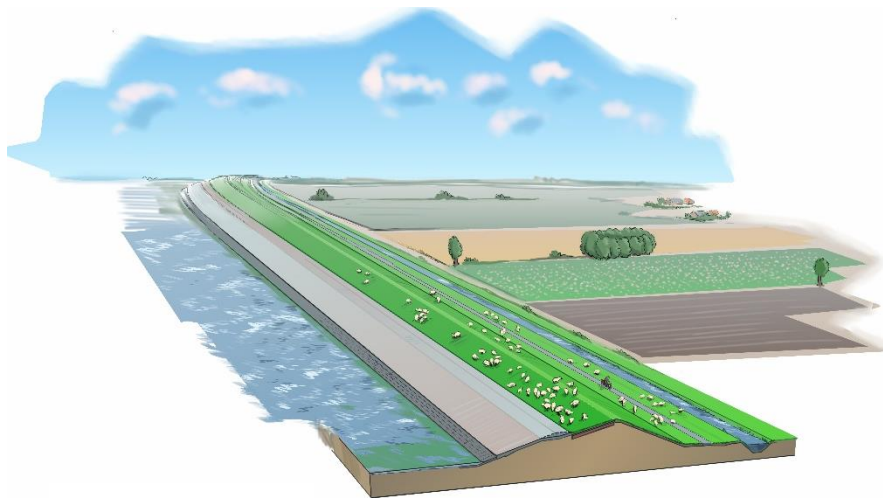
Over de gehele lengte van dit deelgebied zijn gedeelten van de buitendijkse bekleding afgekeurd. Daarnaast is de dijk afgekeurd op het faalmechanisme erosie kruin en binnentalud, en is de binnenwaartse stabiliteit over grote delen onvoldoende.

Voor deelgebied Ternaard - Paesens-Moddergat worden afgekeurde delen van de steen- en asfaltbekleding vervangen door vergelijkbare materialen. Om de bekleding boven de buitenberm beter te beschermen tegen erosie, wordt de grasbekleding vervangen door open steenasfalt (OSA) met daaroverheen een laag grond en gras, waardoor de dijk zijn deels groene uitstraling behoudt.

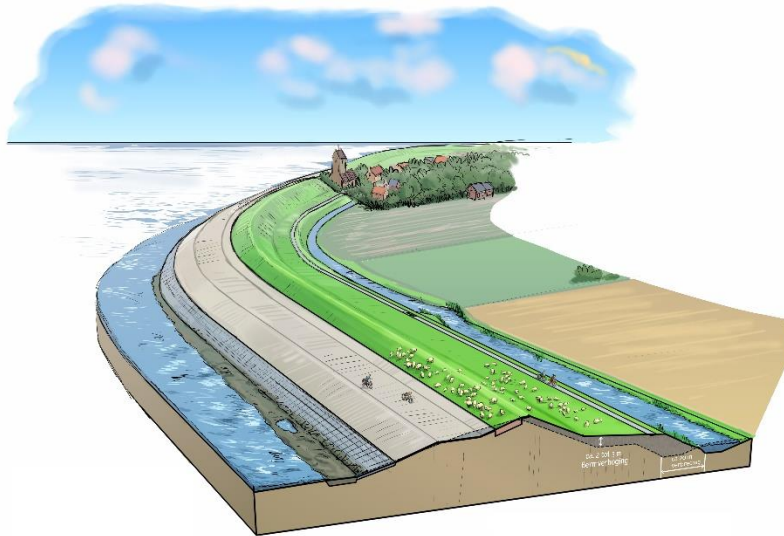
Om te voldoen aan de eisen voor het faalmechanisme erosie kruin en binnentalud, wordt de weerstand tegen golfoverslag vergroot door lokaal overgangen en objecten op het binnentalud te versterken. Deze maatregelen zijn afdoende voor de dijk ten noorden van Ternaard (tot en met 't Skoar); een verhoging van de dijk is hier niet nodig. Vanaf 't Skoar tot en met het dorp Paesens-Moddergat zijn daarnaast aanvullende maatregelen nodig om de mate van golfoverslag te verkleinen. Zo wordt ten oosten van 't Skoar in het buitentalud een 10 m brede berm aangelegd en de kruin indien nodig verhoogd.

Vanaf 't Skoar tot en met het dorp Paesens-Moddergat is de dijk afgekeurd op het faalmechanisme macrostabiliteit binnenwaarts. Om dit te verbeteren, wordt er aan de binnenzijde een steunberm aangelegd. In het dorp Wierum past deze berm mogelijk niet overal, daarom wordt in de planuitwerkingsfase nauwkeurig gekeken hoe dit ontwerp ingepast kan worden met zo min mogelijk impact voor het dorp. In het dorp Paesens-Moddergat lijkt een berm niet op de huidige locatie in te passen. Daar wordt de dijk met minimaal ruimtebeslag naar de zeezijde verschoven, zodat er ruimte ontstaat voor de binnenberm.

Afbeelding 3.5 Impressie voorkeursalternatief van de dijk bij Ternaard - zonder binnenberm



Afbeelding 3.6 Impressie voorkeursalternatief tussen 't Skoar en Wierum - met binnenberm



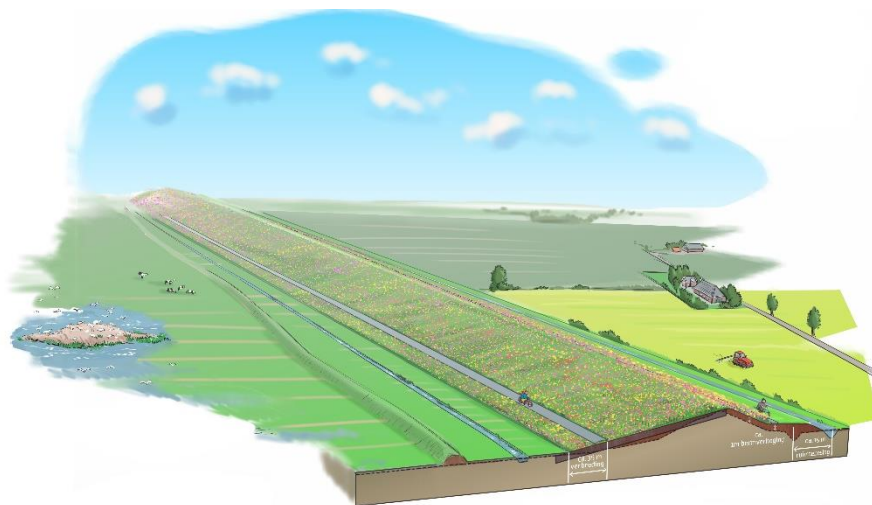
### Paezemerlannen

Het meest oostelijke deel van het project ligt tussen het dorp Paesens-Moddergat en de Bantpolder (sectie 7b). Langs de hele deelsectie is voorland (Paezemerlannen) aanwezig. Dit voorland is redelijk hoog, waardoor het water in normale omstandigheden niet tegen de dijk aan staat, alleen bij extreem hoge waterstanden komt er water tot aan de dijk.

De dijk heeft hier een harde bekleding van steen, asphalt en gras. Zowel de harde als de zachte bekledingen zijn op dit gedeelte van de dijk afgekeurd. Ook voldoet dit deel van de dijk niet aan de norm voor de faalmechanismen erosie kruin en binnentalud, en macrostabiliteit binnenwaarts.

Het heeft de voorkeur om hier, waar al een voorland aanwezig is, een zachte oplossing te realiseren. Alle bekleding wordt vervangen door een kleilaag met gras. Het talud wordt flauwer gemaakt en waar nodig wordt extra voorland aangelegd. Het voorland krijgt een functie als onderdeel van de waterkering. Om de stabiliteit te verbeteren, wordt tenslotte aan de binnenzijde de aanwezige steunberm vergroot. Hierbij worden ook maatregelen genomen om de erosiebestendigheid te verbeteren.

Afbeelding 3.7 Impressie voorkeursalternatief bij Paezemerlannen



## 3.2 Milieueffecten van het VKA

Bij het besluit om een voorkeursalternatief te kiezen, is het nodig om ook de milieueffecten mee te laten wegen. Om dit goed te kunnen doen, is een milieueffectrapportage opgesteld. Een uitgebreide rapportage (MER deel 1) is te vinden in bijlage 1. Daarnaast is in hoofdstuk 6 per sectie een overzicht te vinden van de milieueffecten per variant. Deze paragraaf geeft een beknopt overzicht van de milieueffecten van het VKA.

### Waterveiligheid

Het voorkeursalternatief heeft neutrale tot (zeer) positieve effecten voor flexibiliteit en robuustheid van de nieuwe waterkering. De zachte oplossing zorgt voor een toename aan flexibiliteit en een volgende dijkversterking is met een gelijke of minder inspanning te realiseren.

### Energie en materialen

De Milieu Kosten Indicator (MKI) waarde is een kwantitatieve waarde met daarin verwerkt de milieueffecten van een materiaal van winning tot sloop en het energieverbruik. In secties 2, 4 en 7a en 7b, worden varianten toegepast waarbij het meeste materiaal benodigd is wat voor een hogere Milieu Kosten Indicator (MKI) zorgt, dit is zeer negatief beoordeeld. Het aandeel primair materiaal voldoet in secties 2, 4, 5, 6a, 6b, 7a en 7b vermoedelijk niet aan de ambitie van minder dan 50 % primair materiaalgebruik<sup>1</sup>. Het aandeel her te gebruiken materiaal uit de dijk is positief in secties 1 en 3, in de overige deelgebieden negatief.

### Natuur

Het buitendijks ruimtebeslag leidt tot zeer negatieve effecten op habitattypen van het Natura 2000-gebied Waddenzee. Ook zijn er zeer negatieve effecten op Vogelrichtlijnsoorten. In vrijwel alle secties is er sprake van (zeer) negatieve effecten op beschermde en Rode Lijstsoorten. Het ruimtebeslag raakt aan NNN-gebied, potentieel relevant areaal voor de KRW en weidevogelgebied.

Vooraf het vervangen van asfalt door grasbekleding op de dijk, in sectie 2, 4 en 7b, leidt op die delen tot verbetering van leefgebied voor beschermde soorten en Rode Lijstsoorten. De zachte oplossing in sectie 2, 4 en 7b kan zeer positief zijn voor kansen voor natuurontwikkeling. Wel moet daarbij worden opgemerkt dat deze bijdrage niet leidt tot het herstellen van het ecosysteem van de Waddenzee, omdat de grens tussen wad en land blijft bestaan. De zeer negatieve effecten op het Natura 2000-gebied Waddenzee zijn leidend in een algemene beoordeling vanuit het thema natuur en geven aan dat eventuele vergunningverlening complex wordt.

### Landschap en erfgoed

Het ruimtebeslag tast de archeologische verwachtingswaarden aan. Verder zijn er geen effecten op landschap en erfgoed in secties 1 en 5. Daarnaast zijn er negatieve effecten door ruimtebeslag; 1) Zeer negatief is het ruimtebeslag op buitendijkse sluisjes in sectie 2; 2) het ruimtebeslag op de Dyksfeart in sectie 6a2, en 3) op de landschappelijke structuren en aardkundige waarden in de Paezemerlannen (7b). In verschillende deelgebieden zijn er ook nog aanvullende negatieve effecten. Op de belevingswaarde, is er een positief effect in secties 2 en 4, omdat hier harde bekleding wordt vervangen door groene bekleding.

### Gebruiksfuncties

In secties 6a2 en 6b is er een negatief effect op woonkwaliteit. Er is beperkt ruimtebeslag op een aantal percelen met woonhuizen in Wierum. In secties 6a2 en 7b is er op vergelijkbare wijze een negatief effect op werkkwaliteit, omdat er ruimtebeslag op enkele erven is. In verschillende secties is er ruimtebeslag op land in agrarisch gebruik. Bij elkaar gaat het om meer dan 20 ha verlies. Recreatiekwaliteit gaat in secties 2, 4, en 7b omhoog, omdat een groene dijk aantrekkelijker is om langs te recreëren. Langs de dijk is ruimte voor meekoppelkansen en multifunctioneel landgebruik.

---

<sup>1</sup> De Unie van Waterschappen heeft het Interbestuurlijk Programma ondertekend waarmee ze gezamenlijk als een overheid een gezamenlijke agenda hebben. Hierin wordt o.a. de ambitie gesteld van samen naar een circulaire economie in 2050 (100 % circulair) met 50 % van deze doelstelling behaald in 2030. Het werk is tegen 2030 voltooid, wat volgens de ambitie inhoudt dat 50 % circulair gerealiseerd moet zijn.

## Aanlegfase

In de aanlegfase is er sprake van zeer negatieve effecten op het Natura 2000-gebied Waddenzee. Er zijn negatieve tot zeer negatieve effecten op beschermde soorten. En in enkele secties negatief effect op NNN en weidevogel- of ganzenfoerageergebied. Het voorkeursalternatief leidt tot negatieve effecten op energiegebruik ten opzicht van de referentiesituatie. Dat komt omdat er energie benodigd is om de dijkversterking te realiseren en het dijkontwerp zelf geen energie op (gaat) leveren.

## 3.3 Ruimtelijke kwaliteit in het VKA

In het Ruimtelijk Kwaliteitskader voor de dijkversterking (bijlage 2) zijn vijf leidende waarden uitgewerkt om de ruimtelijke kwaliteit van het dijklandschap voor de toekomst te behouden en te versterken:

- 1 de zeedijk is herkenbaar als continue waterstaatkundig element door eenduidige hoofdvorm;
- 2 een gedifferentieerde kuststrook als onderdeel van het dynamische landschap van de Waddenzee;
- 3 een dijklandschap met een verhaal: zorgvuldige omgang met (water)erfgoed;
- 4 het beleefde dijklandschap: rust, ruimte, duisternis en eenvoud;
- 5 de dijk als basis voor ontwikkeling en de dijkversterking als katalysator voor gebiedsopgaven.

Vanuit deze leidende waarden en de ontwikkelde varianten voor dijkversterking is een visie uitgewerkt voor een ruimtelijk samenhangend dijklandschap. Bij de keuze van het VKA is rekening gehouden met deze visie.

De zeedijk blijft in het VKA herkenbaar als eenduidig waterstaatkundig element doordat de hoofdvorm behouden blijft. Hiermee wordt aan *leidende waarde 1* voldaan. Naast de eenduidigheid blijft echter wel de gedifferentieerde kuststrook intact als onderdeel van het dynamische Waddenzee landschap. De afwisseling van harde bekleding met contrastrijke overgang naar het wad en zachte bekleding met uitgestrekt voorland sluiten zodoende aan bij *leidende waarde 2*. Het toevoegen van zachte bekleding zorgt voor het verzachten van de randen van het wad en behoudt de groene dijk als kenmerkend beeld vanaf de Waddenzee.

De overige drie leidende waarden (3, 4 en 5) zullen een grotere rol gaan spelen in de nadere uitwerking van de dijkversterking, omdat dit passend is bij het detailniveau van deze waarden. Zo zijn in dit ruimtelijk kwaliteitskader en het omgevingsproces het watererfgoed geïnventariseerd. Door dit erfgoed in de nadere uitwerking goed in te passen, wordt het verhaal van de dijk uitgedragen zoals beoogd in *leidende waarde 3*. Het ruimtelijk kwaliteitskader dient daarbij ook als katalysator voor gebiedsprocessen, zoals vanuit *leidende waarde 5* geadviseerd was. De beleefde waarde van de dijk is ook in het omgevingsproces ter sprake gekomen, onder andere via de te ontwikkelen fietsroute Op Paad lâns it Waad, maar ook door bewust te kiezen voor luwe plekken versus knooppunten aan de dijk. Dit sluit aan bij het beleefde dijklandschap van *leidende waarde 4* waar rust, ruimte, duisternis en eenvoud centraal staan.

# 4

## ALGEMEEN OVERZICHT VARIANTEN

In deze paragraaf zijn de ontwikkelde varianten voor het versterken van de dijk gepresenteerd. De opgaven aan de dijk zijn niet overal gelijk, daarom zijn niet alle varianten overal toepasbaar of relevant. We kunnen de varianten onderscheiden in twee soorten, namelijk: harde en zachte oplossingen. De harde oplossingen bevatten harde materialen, zoals asfalt en beton, om de dijk te versterken. De zachte oplossing bestaat enkel uit klei, zand en gras. In dit hoofdstuk lichten we de oplossingen nader toe. Vervolgens wordt in hoofdstuk 6 de afweging tussen de oplossingen nader toegelicht.

### 4.1 Harde oplossingen

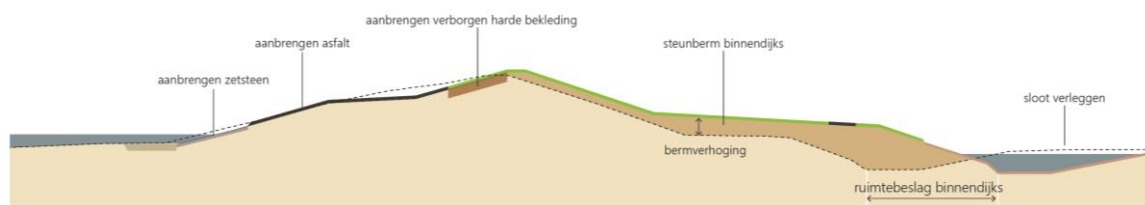
In dit project zijn vier verschillende harde oplossingen bedacht om de dijk te versterken. Voor alle varianten geldt dat op delen van het traject lokaal overgangen en objecten op de kruin en het binnentalud worden versterkt<sup>1</sup>. Deze maatregel is nodig op locaties waar de dijk is afgekeurd op het faalmechanisme erosie kruin en binnentalud. Door het nemen van deze maatregel is een hoger overslagdebiet toelaatbaar<sup>2</sup>. De dijk kan dan beter tegen golfoverslag, waardoor een kruinverhoging niet nodig is, of de kruin minder verhoogd hoeft te worden.

De vier verschillende varianten zijn hieronder opgesomd:

- variant 1A - harde bekleding en binnenberm: in deze variant wordt de bekleding op het buitentalud (waar nodig) vervangen door vergelijkbare materialen en het profiel indien nodig aangepast (zoals het verbreden van de buitenberm of het verhogen van de kruin). Om de bekleding boven de buitenberm beter te beschermen tegen erosie, wordt de grasbekleding vervangen door open steenasfalt (OSA) met daaroverheen een laag grond en gras, waardoor de dijk zijn deels groene uitstraling behoudt.

Wanneer ook de binnenwaartse stabiliteit onvoldoende is, wordt bij deze oplossing de berm aan de binnenzijde vergroot, waardoor, mede als gevolg van een eventuele verhoging, de dijk in zijn geheel breder wordt.

Afbeelding 4.1 Variant 1A

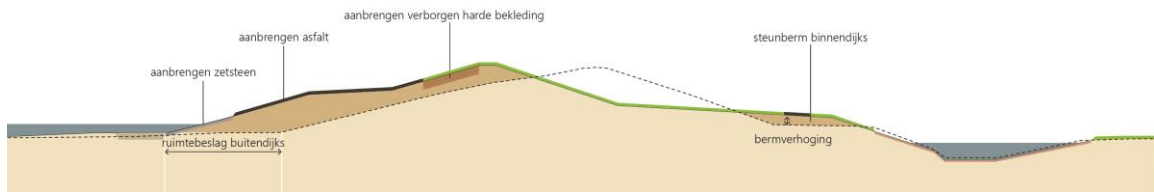


<sup>1</sup> Dit versterken gebeurt bijvoorbeeld door het aanbrengen van een dikkere kleilaag en/of het minder scherp maken van knikken in het talud.

<sup>2</sup> Het toelaatbare overslagdebiet wordt verhoogd van 1 l/s/m naar 10 l/s/m

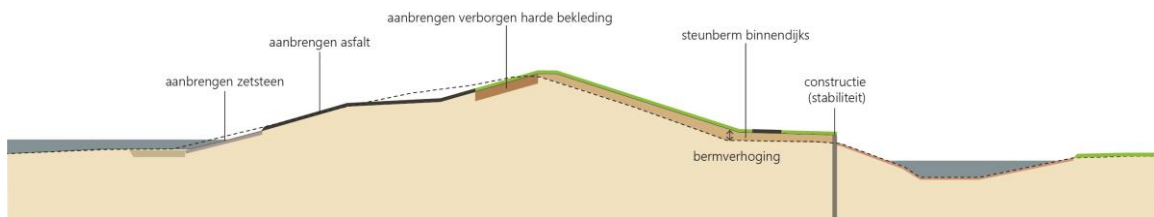
- variant 1B - harde bekleding en asverlegging: deze variant is gelijk aan variant 1A, alleen wordt in deze variant de dijk opgeschoven richting de zee. Hierdoor ontstaat er aan de binnenzijde van de dijk ruimte voor de steunberm om de binnenwaartse stabiliteit te vergroten en de kruin te verhogen. Deze variant is alleen van toepassing wanneer de dijk niet voldoet aan het faalmechanisme macrostabiliteit binnenwaarts.

Afbeelding 4.2 Variant 1B



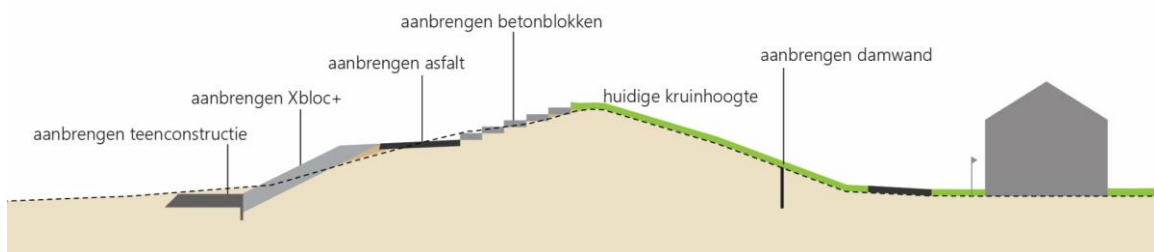
- variant 2A - harde bekleding en constructie: deze variant gaat uit van het versterken binnen de ruimte van de huidige dijk. Waar nodig wordt de bekleding vervangen door vergelijkbare materialen en de kruin van de dijk verhoogd. De stabiliteitsopgave wordt opgelost door aan de binnenzijde een verticale constructie in de grond te plaatsen. Deze variant is alleen van toepassing wanneer de dijk niet voldoet aan het faalmechanisme macrostabiliteit binnenwaarts.

Afbeelding 4.3 Variant 2A



- variant 2B - harde bekleding, constructie en verruwing: in deze variant wordt de oplossing gezocht in het combineren van een constructie met verruwing van het buitentalud. Hierbij wordt de harde bekleding vervangen door betonnen blokken. Dit type bekleding zorgt voor een ruw buitentalud waardoor golven worden afgeremd. Daardoor is er geen verhoging van de kruin nodig. De stabiliteitsopgave wordt opgelost door in het binnentalud een verticale constructie in de grond te plaatsen. Deze variant is alleen van toepassing wanneer de dijk niet voldoet aan het faalmechanisme macrostabiliteit binnenwaarts.

Afbeelding 4.4 Variant 2B

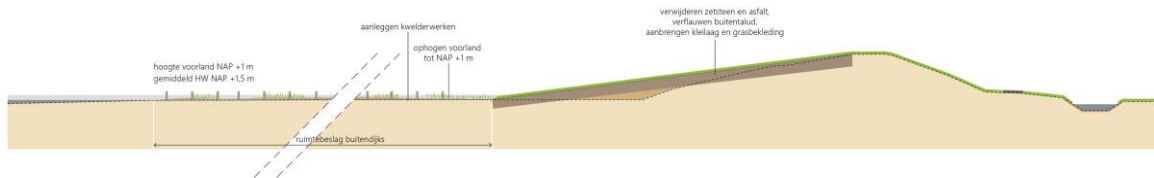


## 4.2 Zachte oplossing

Voor dit project is één zachte oplossing ontwikkeld, namelijk variant 3 - Zachte bekleding en voorland: in deze variant wordt de harde bekleding verwijderd en wordt het buitentalud flauwer gemaakt en afgedekt met een dikke kleilaag met vegetatie. Hierdoor wordt de dijk in zijn geheel breder en is er ruimte aan de buitenzijde van de dijk nodig. Vanwege de 'zachte' bekleding is het nodig om de invloed van golven op de dijk te verkleinen. Dit kan door het voorland, waar aanwezig, onderdeel te maken van de waterkering. Wanneer deze zachte oplossing toegepast wordt en er is geen, of niet voldoende voorland aanwezig om de golfbelasting te reduceren, wordt extra voorland aangelegd. Wanneer de binnenwaartse stabiliteit onvoldoende is, wordt deze variant uitgebreid met een steunberm aan de binnenzijde zoals in variant 1A.

Het flauwe talud heeft een golfreducerende werking. Daardoor wordt de hoeveelheid golfoverslag beperkt. Op enkele locaties zijn aanvullende maatregelen nodig om de kruin en het binnentalud beter te beschermen tegen overslag (tot 10 l/s/m). Daarbij valt te denken aan het aanbrengen van een dikkere kleilaag en het minder scherp aanleggen van knikken in het talud. Door deze combinatie van maatregelen is het bij de zachte oplossing niet nodig om de kruin te verhogen.

Afbeelding 4.5 Variant 3



# 5

## AFWEGING VAN VARIANTEN OP TRAJECTNIVEAU

Er is een tweetal hoofdkeuzes te maken in de afweging van de varianten. Ten eerste gaat het daarbij om de keus voor een oplossing om de afgekeurde bekleding te vervangen. Vervolgens is er een keus te maken in de mogelijke oplossingen voor de faalmechanismen macrostabiliteit binnenwaarts en erosie kruin en binnentalud. Over het hele traject van de dijkversterking is daarbij op hoofdlijnen dezelfde redeneerlijn gevolgd. Deze redeneerlijn is in dit hoofdstuk toegelicht. Op sectie-niveau is in enkele gevallen afgeweken van deze hoofdlijn. Afwijkende keuzes op sectie-niveau zijn beschreven in hoofdstuk 6.

### 5.1 Bekleding: hard of zacht

Over de hele lengte van de dijk is de bekleding afgekeurd en moet deze worden vervangen of versterkt. Voor dit probleem zijn twee oplossingen beschikbaar namelijk het vervangen van de bekleding door een 'harde' of door een 'zachte' bekleding. De bekleding van de dijk is onder andere bepaald aan de hand van de aanwezigheid van (stabiel) voorland.

#### Geen voorland aanwezig

Op de delen van de dijk waar geen voorland aanwezig is, wordt de bestaande bekleding vervangen door een andere harde bekleding. De reden hiervoor is dat het realiseren van een nieuw voorland, wat nodig is bij de zachte variant, een te grote negatieve impact heeft op de Waddenzee en haar hoge en wettelijk beschermde natuurwaarden (natuurlijk werelderfgoed en Natura 2000). Daarnaast is het aanleggen van nieuw, stabiel voorland een kostbare aangelegenheid en heeft dit impact op de ruimtelijke kwaliteit van de dijk.

#### Wel voorland aanwezig

Op locaties waar een hoog en stabiel voorland aanwezig is, heeft Wetterskip Fryslân de ambitie om een dijk met een flauw talud toe te passen en de harde bekleding te vervangen door een dikke kleilaag met gras; de zachte variant (variant 3). Een voorland waar lokaal beperkte aanpassingen (uitbreiding of verhoging) nodig zijn om te voldoen aan deze criteria, valt ook in deze categorie. De ambitie om daar waar voorland aanwezig is de dijk door middel van de zachte oplossing te versterken is bestuurlijk ondersteund.

Wetterskip Fryslân heeft de ambitie om een zachte dijk aan te leggen, omdat:

- deze variant toekomstbesteding is<sup>1</sup>. De huidige dijkverbetering beoogt de dijk weer voor minimaal 50 jaar te laten voldoen aan de waterveiligheidsnormen. De periode na deze 50 jaar is onzeker; de klimaatverandering kan leiden tot forse zeespiegelstijging wat dan mogelijk opnieuw een ingrijpende verbetering van de dijk nodig maakt. De zachte variant, met een flauw buitentalud en zachte bekleding, zorgt ervoor dat de dijk in de toekomst gemakkelijker aan te passen en uit te breiden is dan een dijk met harde bekleding. Enerzijds doordat er, door het flauwe buitentalud, meer ruimte voor uitbreiding van de waterkering beschikbaar is, waardoor er bij een volgende dijkversterking mogelijk geen extra ruimtebeslag is. Anderzijds doordat het zachte buitentalud zich makkelijker aan te passen is dan een dijk waarbij het buitentalud letterlijk is vastgelegd met een harde bekleding;

---

<sup>1</sup> Wetterskip Fryslân heeft de ambitie om duurzaam, flexibel en toekomstbestendig te ontwerpen en te bouwen. Deze ambitie is verwoord in het Provinciaal Programma herstel biodiversiteit (vastgesteld begin 2021) en in de Ambysje bioferskaat, van Wetterskip Fryslân (vastgesteld AB 25 mei).



- de variant kansen biedt voor duurzaam hergebruik van gebiedseigen grond. De verwachting is dat er de komende jaren veel grond beschikbaar komt in de brede kustzone, zoals mogelijk in het project 'Holwerd aan Zee'. De zachte variant, maakt het grootschalig duurzaam hergebruiken van deze gebiedseigen grond in de dijkverbetering mogelijk;
- deze variant in het landschap past en logisch reageert op het landschap. In de huidige situatie is een groot deel van de dijk, daar waar er een voorland ligt, al een zachte dijk. Dit principe wordt dan grotendeels doorgezet: daar waar er een (substantieel) voorland voor de dijk aanwezig is, is de dijk voorzien van een zachte bekleding. Daar waar de dijk direct grenst aan het water van de Waddenzee, is de dijk voorzien van een steiler talud met harde bekleding. In het Ruimtelijk Kwaliteitskader is dit ook als 'streefbeeld' benoemd;
- een groene dijk kansen biedt voor een meer natuurlijke inrichting en daarmee mogelijke vergroting van de natuurwaarden in de dijkzone. Deze kansen worden in de planuitwerkingsfase verder uitgewerkt;
- de zachte oplossing kansen biedt om invulling te geven aan de ecologische doelstellingen uit de uitvoeringsagenda 2050 Waddengebied en de PAGW-opgave.

Variant 3 heeft ook nadelen. Het flauwere talud heeft meer ruimtebeslag en vernietigt daarmee bestaande aanwezige waarden, waaronder (beschermde) natuurwaarden (zie onderstaand kader). Ook zijn de initiële investeringskosten van deze variant doorgaans hoger, met name door de grote hoeveelheid benodigde klei. Door de grotere mate van toekomstbestendigheid zijn echter de levensduurkosten over 100 jaar (inclusief een versterking na 50 jaar) lager dan die voor andere varianten, indien optimalisaties (zoals een dunnere kleilaag) kunnen worden doorgevoerd en de klei lokaal gewonnen kan worden.

---

#### Risico's bij de keuze voor de zachte variant

Dat de zachte variant beschermde natuurwaarden aantast, vormt ook een risico. Een groot deel van deze natuurwaarden is Natura 2000 gebied dat zwaar beschermd wordt door de Natuurbeschermingswet. Aantasting van deze natuurwaarden is alleen toegestaan met een vergunning, waaraan strikte voorwaarden zijn verbonden. Of en hoe de zachte variant, na optimalisatie en aanpassingen, aan deze voorwaarden kan voldoen, is nog onbekend. Dit gaat Wetterskip Fryslân nader onderzoeken in de planuitwerkingsfase. Als de variant uiteindelijk niet vergunbaar blijkt, dan moet het waterschap terugvallen op een harde variant voor de dijkverbetering.

Een ander risico bij de keuze voor de zachte variant, is de beschikbaarheid van gebiedseigen grond. De verwachting van het waterschap is dat er de komende jaren veel grond beschikbaar komt. Indien grond niet beschikbaar komt, of als deze grond niet de juiste kwaliteit heeft, vervalt het argument voor duurzaam hergebruik van gebiedseigen grond en lagere levensduurkosten over een periode van 100 jaar. Niet alleen heeft het van ver weg aanvoeren van grote hoeveelheden grond belangrijke duurzaamheidsnadelen, ook zorgt het waarschijnlijk voor een forse toename van de investeringskosten. Het is dus van belang erop te sturen dat de verwachte grondhoeveelheden daadwerkelijk beschikbaar komen. Als dat niet gebeurt, zal overwogen moeten worden om alsnog terug te vallen op de harde variant.

---

## 5.2 Stabiliteit: grond of constructie

Om de veiligheid voor de faalmechanismen macrostabiliteit binnenwaarts en erosie kruin en binnentalud te vergroten, zijn ten westen van 't Skoar twee typen oplossingen beschouwd:

- oplossingen in grond (varianten 1A en 1B);
- oplossingen met een constructie (varianten 2A en 2B).

Voor het hele stuk ten oosten van 't Skoar is in de basis gekozen voor een oplossing met een kruinverhoging en een steunberm. Wetterskip Fryslân kiest een oplossing in grond en niet voor een constructie omdat:

- grond de voorkeur verdient boven een constructieve oplossing, omdat deze op de lange termijn makkelijker aan te passen en uit te breiden is bij toekomstige dijkverbeteringen. Daarnaast heeft een grondoplossing ook een langere levensduur dan een constructieve oplossing en is zij makkelijker te beheren en inspecteren;

- een dijk met een binnenberm beter past in het landschappelijke streefbeeld, zoals vastgelegd in het Ruimtelijk Kwaliteitskader, dan een constructieve oplossing.

Het uitgangspunt is daarbij dat de dijk op de huidige locatie blijft liggen. Een buitenwaartse verschuiving van de dijk heeft een te grote impact op de Waddenzee en haar hoge en wettelijk beschermde natuurwaarden (Natura 2000) en stuit daarmee op problemen met vergunbaarheid.

Op plaatsen waar binnendijs te weinig ruimte is voor de berm, zoals bij bestaande bebouwing, wordt met maatwerk, of door het kiezen van een andere variant, de dijk ingepast. Dit is aan de orde bij de dorpen Wierum en Paesens-Moddergat en wordt nader toegelicht in paragrafen 6.6.2 en 6.7.1. Bij de uitwerking van deze locaties is het uitgangspunt dat het dorp zijn aanzicht behoudt. Bewoners worden in de planuitwerkingsfase ook van harte uitgenodigd om mee te denken over de inpassing van de dijk.

# 6

## ONDERBOUWING PER SECTIE

In de verkenningfase is per sectie gekeken welke varianten van toepassing zijn en welke uitwerking, ofwel effecten, die varianten hebben op kosten, milieu, beheer, ruimtelijke kwaliteit en de omgeving. Vervolgens is aan de hand van die effecten een keus voor het VKA gemaakt. In dit hoofdstuk wordt per sectie de onderbouwing voor de keuze van het VKA toegelicht. Dat gebeurt aan de hand van de effectbeoordeling en de afwegingen die op trajectniveau zijn gemaakt (zie hoofdstuk 5). Per sectie is in dit hoofdstuk een toelichting gegeven op de afweging die gemaakt is.

Elke paragraaf is als volgt opgebouwd: een korte beschrijving van de sectie, een toelichting op de milieueffecten per toepasbare variant en een beschrijving van de afweging en de uiteindelijke keuze voor een variant.

### 6.1 Sectie 1 - Koehool - Zwarte Haan

Sectie 1 loopt van het buurtschap Koehool tot het gemaal Zwarte Haan. Deze sectie heeft een lengte van 9,45 km. Het water van de Waddenzee komt hier tot aan de dijk. Bij Westhoek ligt een smalle strook voorland en bij Zwarte Haan begint het voorland van Noard-Fryslân Bûtendyks. De buitenkant (zeezijde) van de dijk is bekleed met (van onder naar boven): steen, asfalt en gras. Het onderste deel van de steenbekleding is overspoeld met sediment. Sediment is aangespoeld materiaal, zoals zand en slib. Aan de binnenkant (landzijde) is de dijk bekleed met gras en naast het talud ligt een onderhoudsweg met daarnaast een sloot.

De buitendijkse bekleding voldoet op sectie 1 niet meer aan de waterveiligheidsnorm en is op een aantal punten afgekeurd. Het gaat om een gedeelte van de steenbekleding, het onderste gedeelte van de asfaltbekleding en de grasbekleding. Daarnaast is de dijk afgekeurd op het faalmechanisme erosie kruin en binnentalud.

#### Varianten en effecten

In sectie 1 zijn twee van de in hoofdstuk 4 beschreven varianten relevant:

- variant 1A - harde bekleding, zonder binnenberm;
- variant 3 - zachte bekleding en taludverflauwing, zonder binnenberm.

Onderstaande tabel geeft een overzicht van de effecten van de varianten, met name op de punten waarop de varianten zich onderscheiden.

Tabel 6.1 Een overzicht van de onderscheidende effecten van de varianten voor sectie 1

Effecten	Variant 1A	Variant 3
Kosten	<ul style="list-style-type: none"><li>- de investeringskosten zijn lager dan voor variant 3;</li><li>- investeringskosten van een volgende versterking zijn naar verwachting vergelijkbaar met nu;</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>- de investeringskosten zijn hoger (factor 1,7 tot 2,4) dan voor variant 1A;</li><li>- een volgende versterking bestaat naar verwachting uit het aanbrengen van een laag klei. De verwachte investeringskosten daarvan</li></ul>

Effecten	Variante 1A	Variante 3
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- de onderhoudskosten zijn vergelijkbaar met de huidige situatie, vanwege toepassing van hetzelfde type materialen en oppervlakten.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- zijn naar verwachting veel lager dan de huidige investeringskosten;</li> <li>- de totale levensduurkosten over 100 jaar (inclusief onderhoudskosten) zijn hoger (factor 1,2 tot 1,5) vergeleken met variant 1A. Dit wordt mede veroorzaakt door de hogere onderhoudskosten dan voor variant 1A, vanwege het grote oppervlakte grasbekleding in deze variant.</li> </ul>
<b>Milieueffecten</b>		
Hoogwaterveiligheid	geen toename flexibiliteit	zeer flexibel, complex in uitvoering door aanleg voorland
Energie en materialen	<ul style="list-style-type: none"> <li>- laagste energievraag en MKI<sup>1</sup>-waardes;</li> <li>- vrijkomend materiaal goed te hergebruiken (57 %);</li> <li>- aandeel primair materiaalgebruik<sup>2</sup> is hoog (54 %).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- MKI-waardes zijn 9x zo groot;</li> <li>- energievraag is 5x zo groot door grote hoeveelheden grond en het transport daarvan;</li> <li>- hergebruik van vrijkomende materialen is minder goed mogelijk (22 %);</li> <li>- aandeel primair materiaalgebruik is hoog (51 %).</li> </ul>
Natuur - aanlegfase	voor beide varianten (zeer) negatieve effecten in aanlegfase	
Natuur - ontwerp	<ul style="list-style-type: none"> <li>- geen extra ruimtebeslag buiten de huidige teen;</li> <li>- (zeer) negatieve effecten beschermde en Rode Lijstsoorten op de dijk.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ruimtebeslag in Natura 2000-gebied;</li> <li>- aanvullend op beschermde en Rode Lijstsoorten ook (zeer) negatieve effecten op habitattypen, vogelrichtlijnsoorten, NNN, KRW;</li> <li>- biedt mogelijke positieve effecten voor veel criteria en kansen voor natuurontwikkeling.</li> </ul>
Bodem en water	geen effecten	
Landschap en erfgoed	zeer negatief effect op archeologische (verwachtings)waarden onder de dijk.	(zeer) negatieve effecten op ruimtelijk-visuele kenmerken van het landschap, aardkundige waarden, belevingswaarde, historische structuren en elementen, archeologische (verwachtings)waarden.
Gebruiksfuncties	<ul style="list-style-type: none"> <li>- positieve invloed op gebruikswaarde en toekomstwaarde.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- afname landbouwareaal (1 ha);</li> <li>- negatieve invloed op recreatiekwaliteit door verminderde beleving Waddenzee;</li> <li>- zeer positieve invloed op gebruikswaarde en toekomstwaarde.</li> </ul>
<b>Beheer</b>		
	vergelijkbaar met huidige situatie	meer inspanning nodig voor zachte bekleding, beheerareaal neemt aanzienlijk toe
<b>Ruimtelijke kwaliteit</b>		
	behouden van direct contact met het wad scoort positief	verdient niet de voorkeur vanwege grote impact op huidige buitendijkse landschap
<b>Omgeving</b>		

<sup>1</sup> De Milieu Kosten Indicator (MKI) waarde is een kwantitatieve waarde met daarin verwerkt de 11 milieueffecten van een materiaal van winning tot sloop en het energieverbruik. De milieueffecten worden over de gehele levensduur, 50 jaar, van het project beschouwd. Een lagere MKI weerspiegelt ook deels het gebruik van duurzame materialen.

<sup>2</sup> Materiaalgebruik gaat over de input van materialen voor het project. Dit omvat de aanvoer van nieuwe materialen van buiten de projectgrens. Het aandeel primair materiaal binnen de materiaalvraag geeft inzicht in de mate van circulair materiaalgebruik. Hoe lager het aandeel primair materiaalgebruik hoe circulaireider het ontwerp.

Effecten	Variant 1A	Variant 3
	verbetering van fietsverbinding is niet mogelijk doordat geen nieuw onderhoudspad is voorzien	verbetering fietsverbinding kan worden gecombineerd met aanleg nieuw onderhoudspad

### Kosten

De investeringskosten voor variant 1A (harde bekleding en binnenberm) zijn lager dan voor variant 3 (zachte bekleding en voorland). De totale kosten gedurende 50 jaar en 100 jaar zijn ook lager in het geval van variant 1A. De ruime bandbreedte in kosten van variant 3 wordt veroorzaakt door een nog onzekere optimalisatie in de kleidikte en daarmee de benodigde hoeveelheid klei en in onzekerheid over de beschikbaarheid van gebiedseigen grond. . Vanwege de aanleg van voorland en het onderhoud van kwelderwerken is het verschil in kosten tussen variant 1A en variant 3 in dit deelgebied relatief groot.

### Milieueffecten

#### Hoogwaterveiligheid

Variant 3 (zachte bekleding en voorland) zorgt voor meer complexiteit in de uitvoering (-). Variant 3 is in een volgende dijkversterking eenvoudiger en waarschijnlijk goedkoper te versterken en daardoor scoort deze variant het best op flexibiliteit (+ +). De varianten zijn niet onderscheidend op robuustheid (+). Variant 3 (zachte bekleding en voorland) scoort negatief op beheerbaarheid daar waar door ophoging en/of verlenging van het voorland het beheerareaal toeneemt. Daarnaast is de inspanningsverplichting voor een groene dijk groter dan voor een dijk met harde bekleding.

#### Energie en materialen

De MKI-waarden van variant 1A (harde bekleding en binnenberm, -) zijn lager dan bij variant 3 (--), ook bij het doorvoeren van optimalisaties en op de lange termijn bij een volgende dijkversterking over 50 jaar. Beide varianten gebruiken in de aanlegfase meer energie dan in de referentiesituatie (-). Variant 1A heeft een lagere energievraag. Dit verschil wordt veroorzaakt door de grote hoeveelheden grond en klei die voor variant 3 aangevoerd moeten worden.

#### Natuur

Variant 1A (harde bekleding en binnenberm) leidt tot de minst negatieve effecten op natuur, omdat variant 1A geen extra ruimtebeslag nodig heeft. Alleen voor beschermde (-) en Rode Lijstsoorten (-) en kansen voor natuurontwikkeling (-) zijn negatieve effecten te verwachten.

Variant 3 (zachte bekleding en voorland) heeft op vrijwel alle natuurcriteria (habitattypen, Vogelrichtlijnsoorten, beschermde soorten, Rode Lijstsoorten, NNN, KRW, kansen voor natuurontwikkeling) in eerste instantie (zeer) negatieve effecten. In variant 3 is er verbetering voor leefgebieden van Vogelrichtlijnsoorten, beschermde soorten, Rode Lijstsoorten en natuurdoeltypen (NNN) op de brede, groene dijk en/of het voorland (+). Ook zijn er kansen voor natuurontwikkeling (+ +). Omdat positieve en negatieve effecten niet gemiddeld mogen worden, is de keuze voor variant 3 minder voor de hand liggend.

De aanlegfase veroorzaakt zeer negatieve effecten op Natura 2000 (habitattypen, Vogelrichtlijnsoorten) en negatieve effecten voor beschermde soorten (-) voor beide varianten.

#### Bodem en water

Er worden geen effecten op bodem en water verwacht in dit deelgebied.

#### Landschap en erfgoed

Beide varianten kunnen in de dijk raken aan restanten van de historische dijk (archeologie, --). Variant 1A (harde bekleding en binnenberm) heeft verder geen effect op de criteria van landschap en erfgoed. Variant 3 (zachte bekleding en voorland) laat, met name door het grote ruimtebeslag, juist zeer veel aanvullende (zeer) negatieve effecten (- of --) zien ten opzichte van de referentiesituatie: aantasting van landschapstype en -structuur, ruimtelijk-visuele kenmerken, aardkundige waarden, belevingswaarde van dijk en omgeving en historisch-geografische structuren.

### Gebruiksfuncties

Een stukje buitendijks gebied is hier opgenomen in het Bestand Bodemgebruik als landbouwgrond. Variant 3 (zachte bekleding en voorland) veroorzaakt door het ruimtebeslag een afname van het landbouwareaal met 1 ha (-). Het voorland van variant 3 heeft in deelgebied 1 een negatieve invloed op de recreatiekwaliteit (-), door een mogelijke afname in de beleving van de Waddenzee. Door waterveiligheid te combineren met natuurbestemming en meer mogelijkheden voor meekoppelkansen, heeft variant 3 mogelijk een zeer positief effect op het criterium 'gebruikswaarde en toekomstwaarde van de dijk en omgeving' (++). Voor variant 1A is dit een positief effect, hier zijn twee meekoppelkansen mogelijk (+).

### Beheer

De beheerinspanning voor variant 3 neemt aanzienlijk toe door het grotere areaal. Voor variant 1A blijft dit vergelijkbaar met de huidige situatie.

### Ruimtelijke kwaliteit

Voor sectie 1 gaat het streefbeeld uit van variant 1A (harde bekleding en binnenberm). Deze variant behoudt het directe contact van de dijk met het wad. Aanleg van kwelderwerken (variant 3) heeft een grote impact op het buitendijkse landschap en is vanuit cultuurhistorisch en geomorfologisch perspectief minder logisch. Variant 3 wordt daarom beoordeeld als 'liever niet'.

### Omgeving

Bij variant 1A (harde bekleding en binnenberm) kan de huidige fietsverbinding niet verbeterd worden, bij variant 3 (zachte bekleding en voorland) kan de fietsverbinding worden gecombineerd met een nieuw onderhoudspad. De milieueffecten van een fietsroute moeten in de planuitwerking nader onderzocht worden.

### Afweging en keuze

Op deze sectie wordt de algemene redeneerlijn gevolgd zoals beschreven in hoofdstuk 5. Er is hier geen voorland aanwezig, het heeft daarom de voorkeur om de bekleding hier te vervangen door een harde bekleding. Omdat de binnenwaartse stabiliteit voldoende is, hoeven er geen maatregelen binnendijks genomen te worden. Er wordt voor deze sectie gekozen voor variant 1A. De erosie van de kruin en het binnentalud wordt tegengegaan door lokaal overgangen en objecten te versterken waardoor de overslagbestendigheid wordt vergroot. De negatieve milieueffecten moeten in de planuitwerking nader onderzocht worden en waar mogelijk gemitigeerd of gecompenseerd.

## 6.2 Sectie 2 - Zwarte Haan - Nieuwebildtzijl

Sectie 2 loopt van het gemaal Zwarte Haan tot het begin van de groene dijk in Nieuwebildtzijl. Deze sectie heeft een lengte van 6,95 km. Langs de hele sectie is een voorland aanwezig. Het voorland Noard-Fryslân Bûtendyks is redelijk hoog en lang, waardoor onder normale omstandigheden geen water tegen de dijk staat. De buitenkant (zeezijde) van de dijk is bekleed met (van onder naar boven): steen, asfalt en gras. Het onderste deel van de steenbekleding is overspoeld met sediment. Sediment is aangespoeld materiaal, zoals zand en slib. Aan de binnenkant (landzijde) is de dijk bekleed met gras en naast het talud ligt een onderhoudsweg met daarnaast een sloot.

Van sectie 2 is de steenbekleding op gedeeltelijk afgekeurd. De asfalt- en grasbekleding op het buitentalud zijn volledig afgekeurd. Daarnaast is de dijk over delen afgekeurd op het faalmechanisme erosie kruin en binnentalud.

### Varianten en effecten

In sectie 2 zijn twee van de in hoofdstuk 4 beschreven varianten relevant:

- variant 1A - harde bekleding, zonder binnenberm;
- variant 3 - zachte bekleding en taludverflauwing, zonder binnenberm.

Onderstaande tabel geeft een overzicht van de effecten van de varianten, met name op de punten waarop de varianten zich onderscheiden.

Tabel 6.2 Een overzicht van de onderscheidende effecten van de varianten voor sectie 2

Effecten	Variant 1A	Variant 3
<b>Kosten</b>		
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- de investeringskosten zijn lager dan voor variant 3;</li> <li>- investeringskosten van een volgende versterking zijn naar verwachting vergelijkbaar met nu;</li> <li>- de onderhoudskosten zijn vergelijkbaar met de huidige situatie, vanwege toepassing van hetzelfde type materialen en oppervlakten.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- de investeringskosten voor de dijkversterking zijn hoger (factor 1,2 tot 2,1) dan voor variant 1A;</li> <li>- een volgende versterking bestaat naar verwachting uit het aanbrengen van een laag klei. De verwachte investeringskosten daarvan zijn naar verwachting veel lager dan de huidige investeringskosten;</li> <li>- de totale levensduurkosten over 100 jaar (inclusief onderhoudskosten) liggen hierdoor in de buurt van de levensduurkosten over 100 jaar van variant 1A;</li> <li>- de onderhoudskosten van deze variant zijn wat hoger (factor 1,2) dan de onderhoudskosten van variant 1A vanwege de grotere oppervlakte grasbekleding.</li> </ul>
<b>Milieueffecten</b>		
Hoogwaterveiligheid	geen toename flexibiliteit	zeer flexibel
Energie en materialen	<ul style="list-style-type: none"> <li>- laagste energievraag en MKI-waardes vrijkomend materiaal minder goed te hergebruiken (21 %);</li> <li>- aandeel primair materiaalgebruik is hoog (63 %).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- MKI-waardes zijn 4,1x zo groot;</li> <li>- energievraag is 3x zo groot door grote hoeveelheden grond en het transport daarvan;</li> <li>- hergebruik van vrijkomend materialen is redelijk goed mogelijk (25 %);</li> <li>- aandeel primair materiaalgebruik is hoog (78 %).</li> </ul>
Natuur - aanlegfase	voor beide varianten veel (zeer) negatieve effecten in aanlegfase	
Natuur - ontwerp	<ul style="list-style-type: none"> <li>- geen extra ruimtebeslag;</li> <li>- (zeer) negatieve effecten op beschermde en Rode Lijstsoorten.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ruimtebeslag in Natura 2000-gebied;</li> <li>- aanvullend op beschermde en Rode Lijstsoorten ook zeer negatieve effecten op habitattypen, vogelrichtlijnsoorten, NNN, KRW;</li> <li>- biedt alleen mogelijke positieve effecten voor beschermde soorten en Rode Lijstsoorten en in het algemeen kansen voor natuurontwikkeling.</li> </ul>
Bodem en water	geen effecten	
Landschap en erfgoed	geen effecten	<ul style="list-style-type: none"> <li>- (zeer) negatieve effecten: aantasting van landschapstype en structuur, aardkundige waarden en historische structuren en elementen (waaronder historische sluisjes);</li> <li>- belevingswaarde van dijk en omgeving neemt toe door groene, brede dijk.</li> </ul>
Gebruiksfuncties	zeer positief effect versterkte gebruikswaarde en toekomstwaarde	<ul style="list-style-type: none"> <li>- afname landbouwareaal (1 tot 10 ha);</li> <li>- positief effect recreatiekwaliteit;</li> <li>- zeer positief effect versterkte gebruikswaarde en toekomstwaarde.</li> </ul>
<b>Beheer</b>		
	vergelijkbaar met huidige situatie	meer inspanning nodig voor zachte bekleding, beheerareaal neemt aanzienlijk toe

Effecten	Variant 1A	Variant 3
Ruimtelijke kwaliteit		
	asfalt past minder goed in overgang tussen kwelder en agrarisch achterland	positief vanwege groene overgang tussen kwelder en achterland
Omgeving		
	beide varianten bieden mogelijkheden voor meekoppelkansen	

## Kosten

De investeringskosten voor variant 1A (harde bekleding en binnenberm) zijn lager dan voor variant 3 (zachte bekleding en voorland). De ruime bandbreedte in kosten van variant 3 wordt veroorzaakt door een nog onzekere optimalisatie in de kleidikte en daarmee de benodigde hoeveelheid klei en in onzekerheid over de beschikbaarheid van gebiedseigen grond. Bij een zichtperiode van 50 jaar is variant 1A goedkoper, ongeacht de mogelijke optimalisaties in het ontwerp van variant 3. Bij een zichtperiode van 100 jaar is het afhankelijk van de te realiseren optimalisaties in het ontwerp van variant 3 welke variant goedkoper is. In deelgebied 2 is een voorland aanwezig dat niet aangepast hoeft te worden voor variant 3. Hierdoor is het verschil in kosten tussen variant 1A en variant 3 over een looptijd van 100 jaar klein.

## Milieueffecten

### Hoogwaterveiligheid

Variant 3 is in een volgende dijkversterking eenvoudiger en waarschijnlijk goedkoper te versterken en daardoor scoort deze variant het best op flexibiliteit (++) . De varianten zijn niet onderscheidend op robuustheid (+).

### Energie en materialen

De MKI-waarden van variant 1A (harde bekleding en binnenberm, -) zijn lager dan bij variant 3 (--). Variant 3 heeft alleen op lange termijn (100 jaar of meer) een gelijkwaardige MKI-waarde wanneer de variant kan worden geoptimaliseerd door gebruik van een kleinere kleilaagdikte, lokaal winnen van klei, en het voorland natuurlijk aangroeit bij zeespiegelstijging waarbij het voorland initieel beperkt wordt aangelegd. Beide varianten gebruiken in de aanlegfase meer energie dan in de referentiesituatie (-). Variant 1A heeft een lagere energievraag.

### Natuur

Variant 1A (harde bekleding en binnenberm) heeft de minst negatieve effecten op natuur, omdat variant 1A geen extra ruimtebeslag nodig heeft. Alleen voor beschermde (-), Rode Lijstsoorten (--) en kansen voor natuurontwikkeling (-) zijn negatieve effecten van het ruimtebeslag te verwachten.

Variant 3 (zachte bekleding en voorland) heeft op vrijwel alle natuurcriteria (habitattypen, Vogelrichtlijnsoorten, beschermde soorten, Rode Lijstsoorten, NNN, weidevogel- en ganzenfoerageergebied, KRW, kansen voor natuurontwikkeling) in eerste instantie (zeer) negatieve effecten. In variant 3 is er door het aanleggen van een brede groene dijk verbetering voor leefgebieden van, beschermde soorten en Rode Lijstsoorten (+). Ook zijn er positieve kansen voor natuurontwikkeling (++) . Omdat positieve en negatieve effecten niet gemiddeld mogen worden, is de keuze voor variant 3 minder voor de hand liggend.

De aanlegfase veroorzaakt zeer negatieve effecten op Natura 2000 (habitattypen, Vogelrichtlijnsoorten) en negatieve effecten voor beschermde soorten, NNN, 'weidevogel- en ganzenfoerageergebied' (-) voor beide varianten.

### Bodem en water

Er worden geen effecten verwacht.

### Landschap en erfgoed



Variant 1A (harde bekleding en binnenberm) heeft geen effect op landschap en erfgoed. Variant 3 (zachte bekleding en voorland) laat, ook hier, ondanks het verminderde ruimtebeslag ten opzichte van deelgebied 1, (zeer) negatieve effecten (- of --) zien ten opzichte van de referentiesituatie: aantasting van landschapstype en -structuur, aardkundige waarden, en historisch-geografische structuren. Variant 3 heeft een positief effect (+) op 'belevingswaarde van de dijk en omgeving', vanwege de aanleg van een groene dijk.

#### Gebruiksfuncties

Variant 3 (zachte bekleding en voorland) veroorzaakt door het ruimtebeslag in de zomerpolder een afname van het landbouwareaal met 1-10 ha (-). Variant 3 heeft in deelgebied 2 een positieve invloed op de recreatiekwaliteit (+), door vergroening van het buitentalud. Beide varianten hebben mogelijkheden voor multifunctioneel gebruik en/of meekoppelkansen (++).

#### Beheer

De beheerinspanning voor variant 3 neemt aanzienlijk toe door het grotere areaal. Voor variant 1A blijft dit vergelijkbaar met de huidige situatie.

#### Ruimtelijke kwaliteit

Voor dijksectie 2 gaat het streefbeeld uit van variant 3 (zachte bekleding en voorland). De dijk ligt hier zowel binnen- als buitendijks in een groene (begroeide) context. Een groene dijk met flauw buitentalud is passend op deze landschappelijke overgang van groene begroeide kwelder naar het agrarische achterland. Een asfaltbekleding op deze overgang is niet gewenst. Variant 1A wordt daarom beoordeeld als 'liever niet'.

#### Omgeving

Er zijn geen onderscheidende effecten tussen de varianten voor dit thema. Beide varianten bieden mogelijkheden voor meekoppelkansen.

#### Afweging en keuze

Ondanks dat variant 3 overwegend negatief scoort op effecten op bestaande waarden kiest het waterschap voor deze variant. Zij hecht meer belang aan de grotere toekomstbestendigheid, de ruimtelijke kwaliteit en ziet in deze variant ook mogelijkheden om nieuwe waarden toe te voegen. Er wordt dus niet afgeweken van de redenerlijn uit hoofdstuk 6.

Het huidige voorland in sectie 2 is lang en hoog genoeg, waardoor het niet aangepast hoeft te worden. Het voorland wordt gedeeltelijk onderdeel van de waterkering en krijgt daarmee een extra functie. Over een lengte van ongeveer 300 m moet het voorland behouden blijven en gemiddeld minimaal 1 m boven NAP zijn. Op deze sectie zijn geen aanvullende maatregelen nodig om het binnentalud te beschermen tegen erosie door golfoverslag. De golfreducerende werking van het flauwe talud is hier afdoende om de hoeveelheid golfoverslag te beperken.

Een risico bij deze keus is de vergunbaarheid van variant 3 vanwege het ruimtebeslag in N2000 gebied, zie ook paragraaf 5.1. Het uiteindelijke ontwerp bepaalt in welke mate variant 3 een positieve impact heeft op natuurontwikkeling.

### 6.3 Sectie 3 - Nieuwebildtzijl - Blije

Sectie 3 heeft een lengte van 11,40 kilometer en is een groene dijk met een grasbekleding op de binnen- en buitenzijde van de dijk. Langs de hele sectie is voorland (Noard-Fryslân Bûtendyks) aanwezig. De lengte van het voorland vanaf de dijk tot de Waddenzee is groter dan een kilometer. De dijk heeft aan de buitenzijde een flauwe helling en heeft als bekleding een dikke kleilaag, met daar bovenop grasbekleding. Buitendijks ligt een inspectiepad en een sloot parallel aan de dijk. Aan de binnenzijde van de dijk is een onderhoudsweg aanwezig en ligt ook een sloot.

De gras- en kleibekleding van deze groene dijk is gedeeltelijk afgekeurd, omdat de aanwezige kleilaag te dun is.

## Varianten en effecten

Er is op deze sectie alleen een opgave om de kleibekleding te verbeteren. Daarom is hier slechts een van de in hoofdstuk 4 beschreven varianten relevant:

- variant 3 - zachte bekleding en taludverflauwing, zonder binnenberm.

Onderstaande tabel geeft een overzicht van de effecten van deze variant.

Tabel 6.3 Een overzicht van de onderscheidende effecten van de varianten voor sectie 3

Effecten	Variant 3
<b>Kosten</b>	
	<ul style="list-style-type: none"><li>- een volgende versterking bestaat naar verwachting uit het aanbrengen van een laag klei. De verwachte investeringskosten daarvan zijn naar verwachting vergelijkbaar met de huidige investeringskosten;</li><li>- de onderhoudskosten zijn vergelijkbaar met de huidige situatie, vanwege toepassing van hetzelfde type materialen en oppervlakten.</li></ul>
<b>Milieueffecten</b>	
Hoogwaterveiligheid	zeer flexibel
Energie en materialen	<ul style="list-style-type: none"><li>- MKI-waarde relatief laag per meter (€ 126);</li><li>- energievraag relatief laag per meter (€ 436);</li><li>- hergebruik van vrijkomend materialen is zeer goed mogelijk (67 %);</li><li>- aandeel primair materiaalgebruik is gemiddeld (46 %).</li></ul>
Natuur - aanlegfase	in aanlegfase (zeer) negatieve effecten
Natuur - ontwerp	<ul style="list-style-type: none"><li>- (zeer) negatieve effecten op Vogelrichtlijnsoorten, beschermde soorten en Rode Lijstsoorten;</li><li>- geen kansen voor natuurontwikkeling.</li></ul>
Bodem en water	geen effecten
Landschap en erfgoed	(zeer) negatieve effecten op archeologie en aardkundige waarden
Gebruiksfuncties	zeer positief effect versterkte gebruikswaarde en toekomstwaarde
<b>Beheer</b>	
	geen effecten
<b>Ruimtelijke kwaliteit</b>	
	passend vanwege groene overgang tussen kwelder en achterland
<b>Omgeving</b>	
	deze variant biedt mogelijkheden voor meekoppelkansen.

## Kosten

Variant 3 heeft hier één van de laagste investeringskosten en relatief lage onderhoudskosten ten opzichte van de varianten in andere deelgebieden bekeken.

## Milieueffecten

### Waterveiligheid

Variant 3 is in een volgende dijkversterking eenvoudiger en waarschijnlijk goedkoper te versterken en daardoor scoort deze variant het best op flexibiliteit (++). De varianten zijn niet onderscheidend op robuustheid (+).

### Natuur

Variant 3 (zachte bekleding en voorland) heeft veel zeer effecten. Het gaat om effecten op Vogelrichtlijnsoorten, beschermde soorten en Rode Lijstsoorten, een negatief effect vanuit kansen voor natuurontwikkelingen.

In de aanlegfase zijn er zeer negatieve effecten op habitattypen en Vogelrichtlijnsoorten en beschermde soorten (--).

#### *Bodem en water*

Er worden geen effecten verwacht.

#### *Landschap en erfgoed*

Hoewel het ruimtebeslag binnen de teensloot blijft, kan er toch sprake zijn van negatieve effecten door ontgravingen. Het buitentalud wordt namelijk wel uitgebreid richting de buitendijkse sloot. Mogelijk is er een zeer negatief effect op archeologie, omdat het om 9 ha ruimtebeslag in gebieden met hoge verwachtingswaarden gaat (--). Ook voor de aardkundige waarden kan dit nog een negatief effect betekenen (-). Omdat er al sprake is van een groene dijk en er geen voorland wordt ingericht, is er geen positief effect op de belevingswaarde van de dijk en omgeving.

#### *Gebruiksfuncties*

Variant 3 (zachte bekleding en voorland) biedt mogelijkheden voor multifunctioneel gebruik en/of meekoppelkansen (++).

#### **Beheer**

Het beheerareaal neemt in sectie 3 niet toe. De beheerbaarheid van variant 3 verandert daarom niet ten opzichte van de referentiesituatie.

#### **Ruimtelijke kwaliteit**

Voor dijksectie 3 is variant 3 (zachte bekleding en voorland) met een groene dijk en flauw buitentalud passend op deze landschappelijke overgang van groene begroeide kwelder naar het agrarische achterland.

#### **Omgeving**

De variant biedt mogelijkheden voor meekoppelkansen.

#### **Afweging en keuze**

Voor deze sectie is de opgave beperkt en daardoor is er slechts één variant toepasbaar, namelijk de zachte oplossing met een voorland. Het bestaande voorland krijgt wel een extra functie: het wordt gedeeltelijk onderdeel van de waterkering. Het voorland moet over een lengte van ongeveer 300 m behouden blijven en gemiddeld minimaal 1 m boven NAP zijn.

## **6.4 Sectie 4 - Holwerd**

Sectie 4 ligt bij Holwerd: vanaf de groene dijk ten noorden van Blije tot voorbij de pier. Langs de hele sectie is aan de buitenzijde voorland aanwezig. Het voorland is redelijk hoog, waardoor onder normale omstandigheden geen water tegen de dijk staat. De sectie heeft een lengte van 5,0 km. De buitenkant (zeezijde) van de dijk is bekleed met (van onder naar boven): steen, asfalt en gras. Het onderste deel van de steenbekleding is overspoeld met sediment. Sediment is aangespoeld materiaal, zoals zand en slib. Aan de binnenkant (landzijde) is de dijk bekleed met gras en naast het talud ligt een onderhoudsweg met daarnaast een sloot.

De buitendijkse bekleding voldoet op sectie 4 niet meer aan de waterveiligheidsnorm en is op een aantal punten afgekeurd. Het gaat om een gedeelte van de steenbekleding. De asfalt- en de grasbekleding zijn volledig afgekeurd. Daarnaast is de dijk ten oosten van de pier afgekeurd op het faalmechanisme erosie kruin en binnentalud.

## Varianten en effecten

In sectie 4 zijn twee van de in hoofdstuk 4 beschreven varianten relevant:

- variant 1A - harde bekleding, zonder binnenberm;
- variant 3 - zachte bekleding en taludverflauwing, zonder binnenberm.

Onderstaande tabel geeft een overzicht van de effecten van de varianten, met name op de punten waarop de varianten zich onderscheiden.

Tabel 6.4 Een overzicht van de onderscheidende effecten van de varianten voor sectie 4

Effecten	Variant 1A	Variant 3
<b>Kosten</b>		
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- de investeringskosten zijn lager dan voor variant 3;</li> <li>- investeringskosten van een volgende versterking zijn naar verwachting vergelijkbaar zijn met nu;</li> <li>- de onderhoudskosten zijn vergelijkbaar met de huidige situatie, vanwege toepassing van hetzelfde type materialen en oppervlakten.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- de investeringskosten voor de dijkversterking zijn hoger (factor 1,3 tot 2,1) dan voor variant 1A;</li> <li>- een volgende versterking bestaat naar verwachting uit het aanbrengen van een laag klei. De verwachte investeringskosten daarvan zijn naar verwachting veel lager dan de huidige investeringskosten;</li> <li>- de totale levensduurkosten over 100 jaar (inclusief onderhoudskosten) liggen hierdoor in de buurt van de levensduurkosten over 100 jaar van variant 1A;</li> <li>- de onderhoudskosten van deze variant zijn wat hoger (factor 1,3) dan de onderhoudskosten van variant 1A vanwege de grotere oppervlakte grasbekleding.</li> </ul>
<b>Milieueffecten</b>		
Hoogwaterveiligheid	geen toename flexibiliteit	zeer flexibel
Energie en materialen	<ul style="list-style-type: none"> <li>- laagste energievraag en MKI-waardes;</li> <li>- vrijkomend materiaal niet goed te hergebruiken (15 %);</li> <li>- aandeel primair materiaalgebruik is hoog (74 %).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- MKI-waardes zijn ca. 4,7x zo groot;</li> <li>- energievraag is 4x zo groot door grote hoeveelheden grond en het transport daarvan;</li> <li>- hergebruik van vrijkomend materialen is minder goed mogelijk (24 %);</li> <li>- aandeel primair materiaalgebruik is hoog (79 %).</li> </ul>
Natuur - aanlegfase	voor beide varianten (zeer) negatieve effecten in aanlegfase	
Natuur - ontwerp	<ul style="list-style-type: none"> <li>- geen extra ruimtebeslag;</li> <li>- op enkele criteria (zeer) negatieve effecten (beschermde en Rode Lijstsoorten).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ruimtebeslag in Natura 2000-gebied;</li> <li>- aanvullend op beschermde en Rode Lijstsoorten ook zeer negatieve effecten op habitattypen, vogelrichtlijnsoorten, NNN, KRW;</li> <li>- biedt alleen mogelijke positieve effecten voor beschermde soorten en Rode Lijstsoorten en in het algemeen kansen voor natuurontwikkeling.</li> </ul>
Bodem en water	geen effecten	
Landschap en erfgoed	negatief effect op archeologische (verwachtings)waarden	<ul style="list-style-type: none"> <li>- negatieve effecten op landschapstype- en structuur, aardkundige waarden, historische structuren en elementen, archeologische (verwachtings)waarden;</li> <li>- verbetering belevingswaarde door aanleg groene, brede dijk.</li> </ul>

Effecten	Variant 1A	Variant 3
Gebruiksfuncties	zeer positief effect versterkte gebruikswaarde en toekomstwaarde	<ul style="list-style-type: none"> <li>- afname landbouwareaal (1 tot 10 ha);</li> <li>- positieve invloed op recreatiekwaliteit door vergroening buitentalud;</li> <li>- zeer positief effect versterkte gebruikswaarde en toekomstwaarde.</li> </ul>
<b>Beheer</b>		
	vergelijkbaar met huidige situatie	meer inspanning nodig voor zachte bekleding, beheerareaal neemt aanzienlijk toe
<b>Ruimtelijke kwaliteit</b>		
	asfalt past minder goed in overgang tussen kwelder en agrarisch achterland	positief vanwege groene overgang tussen kwelder en achterland
<b>Omgeving</b>		
	beide varianten bieden mogelijkheden voor meekoppelkansen	

### Kosten

De investeringskosten voor variant 1A (harde bekleding en binnenberm) zijn lager dan voor variant 3 (zachte bekleding en voorland). De ruime bandbreedte in kosten van variant 3 wordt veroorzaakt door een nog onzekere optimalisatie in de kleidikte en daarmee de benodigde hoeveelheid klei en in onzekerheid over de beschikbaarheid van gebiedseigen grond. Bij een zichtperiode van 50 jaar is variant 1A goedkoper, ongeacht de mogelijke optimalisaties in het ontwerp van variant 3. Bij een zichtperiode van 100 jaar is het afhankelijk van de te realiseren optimalisaties in het ontwerp van variant 3 welke variant goedkoper is. In deelgebied 4 is een voorland aanwezig dat niet aangepast hoeft te worden voor variant 3. Hierdoor is het verschil in kosten tussen variant 1A en variant 3 over een looptijd van 100 jaar relatief klein.

### Milieueffecten

#### Hoogwaterveiligheid

Variant 3 is in een volgende dijkversterking eenvoudiger en waarschijnlijk goedkoper te versterken en daardoor scoort deze variant het best op flexibiliteit (++). De varianten zijn niet onderscheidend op robuustheid (+).

#### Energie en materialen

De MKI-waarden van variant 1A (harde bekleding en binnenberm, -) zijn lager dan bij variant 3 (--), ook bij het doorvoeren van optimalisaties en op de lange termijn bij een volgende dijkversterking over 50 jaar. Beide varianten gebruiken in de aanlegfase meer energie dan in de referentiesituatie (-). Variant 1A heeft een lagere energievraag. Dit verschil wordt veroorzaakt door de grote hoeveelheden grond en klei die voor variant 3 aangevoerd moeten worden.

#### Natuur

Variant 1A (harde bekleding en binnenberm) heeft de minst negatieve effecten op natuur, omdat variant 1A geen extra ruimtebeslag nodig heeft. Alleen voor beschermde (-) en Rode Lijstsoorten (--) en kansen voor natuurontwikkeling (-) zijn negatieve effecten van het ruimtebeslag te verwachten.

Variant 3 (zachte bekleding en voorland) heeft op vrijwel alle natuurcriteria (habitattypen, Vogelrichtlijnsoorten, beschermde soorten, Rode Lijstsoorten, NNN, KRW, kansen voor natuurontwikkeling) in eerste instantie (zeer) negatieve effecten. In variant 3 is er door het aanleggen van een brede, groene dijk verbetering voor leefgebieden van beschermde soorten en Rode Lijstsoorten (+). Ook zijn er kansen voor natuurontwikkeling (++)). Omdat positieve en negatieve effecten niet gemiddeld mogen worden, is de keuze voor variant 3 minder voor de hand liggend.

De aanlegfase veroorzaakt zeer negatieve effecten op Natura 2000 (habitattypen, Vogelrichtlijnsoorten) en negatieve effecten voor beschermde soorten (-) voor beide varianten.

#### *Bodem en water*

Er worden geen effecten verwacht.

#### *Landschap en erfgoed*

Variant 1A (harde bekleding en binnenberm) heeft alleen een mogelijk negatief effect op archeologische (verwachtings)waarden, evenals variant 3 (zachte bekleding en voorland). Variant 3 heeft aanvullend negatieve effecten (-) ten opzichte van de referentiesituatie: aantasting van landschapstype en -structuur, aardkundige waarden, en historisch-geografische structuren. Variant 3 is positief beoordeeld (+) op 'belevingswaarde van de dijk en omgeving', vanwege de aanleg van een groene dijk.

#### *Gebruiksfuncties*

Variant 3 (zachte bekleding en voorland) veroorzaakt door het ruimtebeslag in de zomerpolder een afname van het landbouwareaal met 1-10 ha (-). Variant 3 heeft in deelgebied 4 een positieve invloed op de recreatiekwaliteit (+), door vergroening van het buitentalud. Beide varianten hebben mogelijkheden voor multifunctioneel gebruik en/of meekoppelkansen (++).

#### **Beheer**

De beheerinspanning voor variant 3 neemt aanzienlijk toe door het grotere areaal. Voor variant 1A blijft dit vergelijkbaar met de huidige situatie.

#### **Ruimtelijke kwaliteit**

Voor dijksectie 4 heeft variant 3 (zachte bekleding en voorland) de voorkeur. De argumentatie hiervoor komt overeen met die van dijksectie 2, vanwege de overeenkomstige landschappelijke context. De dijk ligt hier zowel binnen- als buitendijks in een groene (begroeide) context. Een groene dijk met flauw buitentalud is passend op deze landschappelijke overgang van groene begroeide kwelder naar het agrarische achterland. Een asfaltbekleding op deze overgang is niet gewenst. Variant 1A (harde bekleding en binnenberm) wordt daarom beoordeeld als 'liever niet'.

#### **Omgeving**

Er zijn geen onderscheidende effecten tussen de varianten voor dit thema. Beide varianten bieden mogelijkheden voor meekoppelkansen. Ten oosten van de pier is het initiatief Holwerd aan Zee een raakvlak.

#### **Afweging en keuze**

Ondanks dat variant 3 overwegend negatief scoort op effecten op bestaande waarden kiest WF voor deze variant. Zij hecht meer belang aan de grotere toekomstbestendigheid, de ruimtelijke kwaliteit en ziet in deze variant ook mogelijkheden om nieuwe waarden toe te voegen. Er wordt dus niet afgeweken van de redeneerlijn uit hoofdstuk 6.

Het huidige voorland in sectie 4 is lang en hoog genoeg, waardoor het niet aangepast hoeft te worden. Het voorland wordt gedeeltelijk onderdeel van de waterkering krijgt daarmee een extra functie. Over een lengte van ongeveer 300 m moet het voorland behouden blijven en gemiddeld minimaal 1 m boven NAP zijn. Op deze sectie zijn geen aanvullende maatregelen nodig om het binnentalud te beschermen tegen erosie door golfoverslag. De golfreducerende werking van het flauwe talud is hier afdoende om de hoeveelheid golfoverslag te beperken.

Een risico bij deze keus is de vergunbaarheid van variant 3 vanwege het ruimtebeslag in N2000 gebied, zie ook paragraaf 5.1. Het uiteindelijke ontwerp bepaalt in welke mate variant 3 een positieve impact heeft op natuurontwikkeling.

## 6.5 Sectie 5 - Ternaard

Sectie 5 begint bij de dijkopgang tussen Holwerd en Ternaard ter plaatse van de Holwerder polder en eindigt bij de bocht in de dijk voor 't Skoar. Deze sectie heeft een lengte van 3,20 km. Op het eerste deel van sectie 5 is voorland aanwezig (Holwerder polder). Op het overige deel van deze sectie is er geen voorland en staat het water tot aan de dijk. De buitenkant (zeezijde) van de dijk is bekleed met (van onder naar boven) een steen, asfalt en gras. Aan de binnenkant (landzijde) is de dijk bekleed met gras en naast het talud ligt een (onderhouds)weg met daarnaast een sloot.

De buitendijkse bekledingen voldoen niet meer aan de waterveiligheidsnorm. De steenbekleding is gedeeltelijk afgekeurd. Het asfalt en de grasbekleding aan de buitenzijde van de dijk zijn over de hele lengte van de sectie afgekeurd. Daarnaast is de dijk afgekeurd op het faalmechanisme erosie kruin en binnentalud.

### Varianten en effecten

In sectie 5 zijn twee van de in hoofdstuk 4 beschreven varianten relevant:

- variant 1A - harde bekleding, zonder binnenberm;
- variant 3 - zachte bekleding en taludverflauwing, zonder binnenberm.

Onderstaande tabel geeft een overzicht van de effecten van de varianten, met name op de punten waarop de varianten zich onderscheiden.

Tabel 6.5 Een overzicht van de onderscheidende effecten van de varianten voor sectie 5

Effecten	Variant 1A	Variant 3
<b>Kosten</b>		
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- de investeringskosten zijn lager dan voor variant 3;</li> <li>- investeringskosten van een volgende versterking zijn naar verwachting vergelijkbaar zijn met nu;</li> <li>- de onderhoudskosten zijn vergelijkbaar met de huidige situatie, vanwege toepassing van hetzelfde type materialen en oppervlakten.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- de investeringskosten voor de dijkversterking zijn hoger (factor 3,2 tot 4,6)<sup>1</sup> dan voor variant 1A;</li> <li>- een volgende versterking bestaat naar verwachting uit het aanbrengen van een laag klei. De verwachte investeringskosten daarvan zijn naar verwachting veel lager dan de huidige investeringskosten;</li> <li>- de totale levensduurkosten over 100 jaar (inclusief onderhoudskosten) zijn hoger (factor 2,0 tot 2,5) vergeleken met variant 1A. De hogere levensduurkosten worden mede veroorzaakt door de hogere onderhoudskosten (factor 2,4) dan voor variant 1A, vanwege het grote oppervlakte grasbekleding in deze variant.</li> </ul>
<b>Milieueffecten</b>		
Hoogwaterveiligheid	geen toename flexibiliteit	zeer flexibel, complex in uitvoering door aanleg voorland
Energie en materialen	<ul style="list-style-type: none"> <li>- laagste energievraag en MKI-waardes;</li> <li>- vrijkomend materiaal minder goed te hergebruiken (37 %);</li> <li>- aandeel primair materiaalgebruik is hoog (65 %).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- MKI-waardes zijn ca. 11,7x zo groot;</li> <li>- energievraag is 6x zo groot door grote hoeveelheden grond en het transport daarvan;</li> <li>- hergebruik van vrijkomend materialen is minder goed mogelijk (32 %);</li> <li>- aandeel primair materiaalgebruik is gemiddeld (44 %).</li> </ul>
Natuur - aanlegfase	voor beide varianten (zeer) negatieve effecten in aanlegfase	
Natuur - ontwerp	- geen extra ruimtebeslag;	- ruimtebeslag in Natura 2000-gebied;

<sup>1</sup> De investeringskosten van variant 1A in de variantenafweging zijn gebaseerd op het gedeeltelijk vervangen van de asfaltbekleding, terwijl in het VKA de gehele asfaltbekleding vervangen wordt.

Effecten	Variante 1A	Variante 3
	- (zeer) negatieve effecten op beschermde en Rode Lijstsoorten.	- aanvullend op beschermde en Rode Lijstsoorten ook zeer negatieve effecten op habitattypen, vogelrichtlijnsoorten, NNN, KRW; - biedt mogelijke positieve effecten voor vogelrichtlijn-, beschermde- en Rode Lijstsoorten, NNN en in het algemeen kansen voor natuurontwikkeling.
Bodem en water	geen effecten	
Landschap en erfgoed	geen effecten	- zeer veel (zeer) negatieve effecten: aantasting van landschappelijke structuren, ruimtelijk-visuele kenmerken, aardkundige waarden, belevingswaarde en historische waarden en structuren.
Gebruiksfuncties	zeer positief effect versterkte gebruikswaarde en toekomstwaarde	- negatieve invloed op recreatiekwaliteit door verminderde beleving Waddenzee; - zeer positief effect versterkte gebruikswaarde en toekomstwaarde.
<b>Beheer</b>		
	vergelijkbaar met huidige situatie	meer inspanning nodig voor zachte bekleding, beheerareaal neemt aanzienlijk toe
<b>Ruimtelijke kwaliteit</b>		
	behouden van direct contact met het wad scoort positief	verdient niet de voorkeur vanwege grote impact op huidige buitendijkse landschap.
<b>Omgeving</b>		
	beide varianten bieden mogelijkheden voor meekoppelkansen	

## Kosten

De investeringskosten voor variant 1A (harde bekleding en binnenberm) zijn lager dan voor variant 3 (zachte bekleding en voorland). De ruime bandbreedte in kosten van variant 3 wordt veroorzaakt door een nog onzekere optimalisatie in de kleidikte en daarmee de benodigde hoeveelheid klei en in onzekerheid over de beschikbaarheid van gebiedseigen grond. De totale kosten gedurende 50 jaar en 100 jaar zijn ook lager in het geval van variant 1A. Vanwege de aanleg van voorland en het onderhoud van kwelderwerken is het verschil in kosten tussen variant 1A en variant 3 relatief groot.

## Milieueffecten

### Hoogwaterveiligheid

Variante 3 (zachte bekleding en voorland) zorgt voor meer complexiteit in de uitvoering (-). Variante 3 is in een volgende dijkversterking eenvoudiger en waarschijnlijk goedkoper te versterken en daardoor scoort deze variant het best op flexibiliteit (++). De varianten zijn niet onderscheidend op robuustheid (+). Variante 3 (zachte bekleding en voorland) scoort negatief op beheerbaarheid.

### Energie en materialen

De MKI-waarden van variant 1A (harde bekleding en binnenberm) zijn lager dan bij variante 3 (zachte bekleding en voorland), ook bij het doorvoeren van optimalisaties en op de lange termijn bij een tweede dijkversterking volgens dezelfde lijn. De bandbreedtes van variant 1A zijn beperkt, voor de MKI-waarde over 50 jaar valt de optimalisatie binnen de afronding. Dit wordt veroorzaakt door de beperkte MKI-waarde van deze variant. De grotere materiaalvraag en de aanvoer van deze materialen heeft een grote bijdrage aan de hoge MKI-waarde van variante 3. De resultaten laten zien dat variant 1A ook een lagere energievraag heeft. Dit verschil wordt veroorzaakt door de grote hoeveelheden grond en klei die voor variante 3 aangevoerd moeten worden.



### *Natuur*

Variante 1A (harde bekleding en binnenberm) leidt tot de minst negatieve effecten op natuur, omdat variant 1A geen extra ruimtebeslag nodig heeft. Alleen voor beschermde (-), Rode Lijstsoorten (--), en kansen voor natuurontwikkeling (-) zijn negatieve effecten van het ontwerp te verwachten.

Variante 3 (zachte bekleding en voorland) heeft op vrijwel alle natuurcriteria (habitattypen, Vogelrichtlijnsoorten, beschermde soorten, Rode Lijstsoorten, NNN, KRW, kansen voor natuurontwikkeling) in eerste instantie (zeer) negatieve effecten. In variant 3 is er verbetering voor leefgebieden van Vogelrichtlijnsoorten, beschermde soorten, Rode Lijstsoorten en natuurdoeltypen (NNN) op de brede, groene dijk en/of het voorland (+). Ook zijn er positieve kansen voor natuurontwikkeling (++). Omdat positieve en negatieve effecten niet gemiddeld mogen worden, is de keuze voor variant 3 minder voor de hand liggend.

De aanlegfase veroorzaakt zeer negatieve effecten op Natura 2000 (habitattypen, Vogelrichtlijnsoorten) en negatieve effecten voor beschermde soorten (-) voor beide varianten.

### *Bodem en water*

Er worden geen effecten verwacht.

### *Landschap en erfgoed*

Variante 1A (harde bekleding en binnenberm) heeft geen effect op landschap en erfgoed. Variante 3 (zachte bekleding en voorland) laat, met name door het grote ruimtebeslag, juist zeer veel (zeer) negatieve effecten (- of --) zien ten opzichte van de referentiesituatie: aantasting van landschapstype en -structuur, ruimtelijk-visuele kenmerken, aardkundige waarden, belevingswaarde van dijk en omgeving en historisch-geografische structuren.

### *Gebruiksfuncties*

Het voorland van variant 3 (zachte bekleding en voorland) heeft in deelgebied 5 een negatieve invloed op de recreatiekwaliteit (-), door een mogelijke afname in de beleving van de Waddenzee. Beide varianten hebben mogelijkheden voor multifunctioneel gebruik en/of meekoppelkansen (++).

### **Beheer**

De beheerinspanning voor variant 3 neemt aanzienlijk toe door het grotere areaal. Voor variant 1A blijft dit vergelijkbaar met de huidige situatie.

### **Ruimtelijke kwaliteit**

Voor sectie 5 gaat de voorkeur vanuit ruimtelijke kwaliteit uit naar variant 1A. Deze variant behoudt het directe contact van de dijk met het wad. Aanleg van kwelderwerken (variant 3) heeft een grote impact op het buitendijkse landschap en is vanuit cultuurhistorisch en geomorfologisch perspectief minder logisch. Op trajectniveau is de afwisseling belangrijk tussen enerzijds de dijk direct grenzend aan het wad en anderzijds de dijk met daarvoor begroeide kwelders/voorland. Om deze differentiatie te behouden/ontwikkelen is het van belang om hier het directe contact van de dijk met het wad te behouden. Variante 3 wordt daarom beoordeeld als 'liever niet'.

### **Omgeving**

Er zijn geen onderscheidende effecten tussen de varianten voor dit thema. Beide varianten bieden mogelijkheden voor meekoppelkansen.

### **Afweging en keuze**

Op deze sectie wordt de algemene redeneerlijn gevolgd zoals beschreven in hoofdstuk 6. Er is hier geen voorland aanwezig, het heeft daarom de voorkeur om de bekleding hier te vervangen door een harde bekleding. Omdat er geen hoogte- en stabiliteitsopgave is, wordt gekozen voor variant 1A. De erosie van de kruin en het binnentalud wordt tegengegaan door lokaal overgangen en objecten te versterken, waardoor de overslagbestendigheid wordt vergroot. De negatieve milieueffecten moeten in de planuitwerking nader onderzocht worden en waar mogelijk gemitigeerd of gecompenseerd.

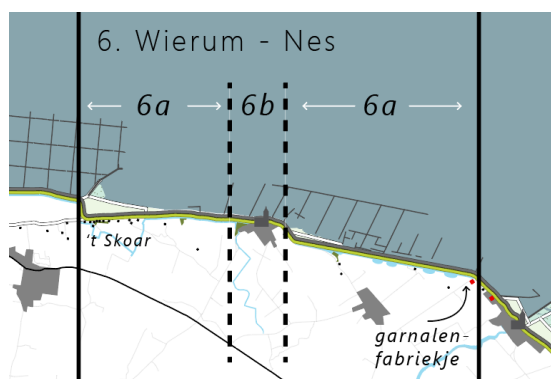
## 6.6 Sectie 6 - Wierum

Sectie 6 loopt van 't Skoar tot de Garnalenfabriek ten westen van Paesens-Moddergat. Bij 't Skoar is een stukje voorland, datzelfde geldt voor een klein stuk bij Wierum. De rest van de sectie staat het water van de Waddenzee direct tegen de dijk. In en rond het dorp Wierum is dicht tegen de dijk bebouwing aanwezig. Om dit bebouwde deel van de dijk apart te kunnen onderzoeken, is sectie 6 verdeeld in twee delen: Wierum onbebouwd (6a) en Wierum bebouwd (6b).

### 6.6.1 Sectie 6a - Wierum onbebouwd

Sectie 6a bestaat uit een deel ten westen en een deel ten oosten van Wierum. Het westelijke deel, tussen de bocht voor 't Skoar en Wierum, is 3,10 km lang. De buitenkant (zezijde) van de dijk is hier bekleed met (van onder naar boven): steen, asfalt en gras. Binnendijks ligt naast het talud een onderhoudsweg parallel aan de dijk. Bij het buurtschap 't Skoar liggen de woningen aan deze weg. Verder richting Wierum ligt parallel aan de onderhoudsweg de Dyksfaert. Het oostelijke deel van sectie 6a (zie Afbeelding 6.1), tussen het dorp Wierum en de garnalenfabriek, heeft een lengte van 3,50 km. Ook hier is de buitenkant van de dijk bekleed met (van onder naar boven): steen, asfalt en gras. Richting het oosten zien we eerst buitendijks de afkalvende kwelder van Wierum. Vervolgens staat het water tot aan de dijk. Aan de binnenkant is de dijk bekleed met gras. Naast het talud ligt een onderhoudsweg met daarnaast een sloot. Er zijn in deze (deel)sectie meerdere dijkputten langs de dijk waardoor het waterlichaam op verschillende plekken diep is.

Afbeelding 6.1 sectie 6 op kaart



De buitendijkse bekleding voldoet hier niet meer aan de waterveiligheidsnorm. Een gedeelte van de steenbekleding en de gehele asfalt- en grasbekleding zijn afgekeurd. Daarnaast is er ook binnendijks een opgave: de stabiliteit is op een aantal stukken van de dijk onvoldoende. Tenslotte zijn delen van de dijk niet voldoende hoog om de komende 50 jaar aan de waterveiligheidsnorm te voldoen.

#### Varianten en effecten

Vanwege de stabiliteits- en hoogteopgave zijn voor deze sectie vier van de in hoofdstuk 4 beschreven varianten beschikbaar:

- variant 1A - harde bekleding met binnenberm;
- variant 1B - harde bekleding met binnenberm en buitenwaartse verschuiving;
- variant 2A - harde bekleding met constructie;
- variant 3 - zachte bekleding en taludverflauwing, zonder binnenberm.

Onderstaande tabel geeft een overzicht van de effecten van de varianten, met name op de punten waarop de varianten zich onderscheiden.

Tabel 6.6 Een overzicht van de onderscheidende effecten van de varianten voor sectie 6a

Effecten	Variant 1A	Variant 1B	Variant 2A	Variant 3
<b>Kosten</b>				
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- de investeringskosten van variant 1A vergelijkbaar met variant 1B en 2A;</li> <li>- de investeringskosten van een volgende versterking zijn naar verwachting vergelijkbaar zijn met nu;</li> <li>- onderhoudskosten zijn vergelijkbaar met de huidige situatie, vanwege toepassing van hetzelfde type materialen en oppervlakten.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- de investeringskosten van variant 1B zijn gelijk (factor 1,0) aan die van variant 1A. De hoeveelheid grondverzet aan de buitenzijde weegt op tegen het ontbreken van grondverzet voor het verleggen van de watergang;</li> <li>- de investeringskosten van een volgende versterking zijn naar verwachting vergelijkbaar zijn met nu;</li> <li>- de totale levensduurkosten over 100 jaar (inclusief onderhoudskosten) zijn gelijk aan variant 1A.</li> <li>- onderhoudskosten zijn lager dan in variant 1A vanwege een (beperkt) kleinere oppervlakte grasbekleding.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- de investeringskosten van variant 2A zijn beperkt groter (factor 1,1) dan de kosten voor variant 1A. De kosten van de damwand zijn hoger dan de besparing van het niet aanbrengen van een grondberm;</li> <li>- de investeringskosten van een volgende versterking zijn naar verwachting vergelijkbaar zijn met nu;</li> <li>- de totale levensduurkosten over 100 jaar (inclusief onderhoudskosten) zijn gelijk (factor 1,0) aan variant 1A;</li> <li>- onderhoudskosten zijn lager dan in variant 1A, vanwege een kleinere oppervlakte grasbekleding.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- de investeringskosten voor de dijkversterking zijn gelijk of hoger (factor 1,0 tot 2,0) dan voor variant 1A;</li> <li>- een volgende versterking bestaat naar verwachting uit het aanbrengen van een laag klei. De verwachte investeringskosten daarvan zijn naar verwachting veel lager dan de huidige investeringskosten;</li> <li>- de totale levensduurkosten over 100 jaar (inclusief onderhoudskosten) liggen hierdoor in de buurt van de levensduurkosten over 100 jaar van variant 1A;</li> <li>- de onderhoudskosten van deze variant zijn hoger (factor 1,6) dan de onderhoudskosten van variant 1A vanwege de grotere oppervlakte grasbekleding.</li> </ul>
<b>Milieueffecten</b>				
Hoogwaterveiligheid	geen toename flexibiliteit	meer flexibiliteit door asverlegging	minder flexibiliteit door constructie	<ul style="list-style-type: none"> <li>- zeer flexibel;</li> <li>- complex in uitvoering door aanleg voorland.</li> </ul>
Energie en materialen	<ul style="list-style-type: none"> <li>- MKI-waardes zijn ca. 1,4x zo groot;</li> <li>- energievraag is 1,7x zo groot;</li> <li>- vrijkomend materiaal minder goed te hergebruiken (30 %);</li> <li>- aandeel primair materiaalgebruik is hoog (65 %).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- MKI-waardes zijn ca. 1,4x zo groot;</li> <li>- energievraag is 1,2x zo groot;</li> <li>- vrijkomend materiaal minder goed te hergebruiken (29 %);</li> <li>- aandeel primair materiaalgebruik is hoog (81 %).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- laagste MKI-waardes;</li> <li>- laagste energievraag;</li> <li>- vrijkomend materiaal minder goed te hergebruiken (48 %);</li> <li>- aandeel primair materiaalgebruik is hoog (66 %).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- MKI-waardes zijn ca. 4,3 zo groot;</li> <li>- energievraag is 2,5x zo groot;</li> <li>- vrijkomend hergebruik van materialen is minder goed mogelijk (35 %);</li> <li>- aandeel primair materiaalgebruik is gemiddeld (42 %).</li> </ul>
Natuur - aanlegfase	voor alle varianten (zeer) negatieve effecten in aanlegfase			
Natuur - ontwerp	ruimtebeslag binnendijs, (zeer) negatieve effecten op Vogelrichtlijn-, beschermde en Rode Lijstsoorten	ruimtebeslag in Natura 2000-gebied, naast (zeer) negatieve effecten op Vogelrichtlijn-, beschermde en Rode Lijstsoorten, ook zeer negatieve effecten op habitattypen, NNN en KRW	geen extra ruimtebeslag, (zeer) negatieve effecten op beschermde en Rode Lijstsoorten	ruimtebeslag in Natura 2000-gebied, naast (zeer) negatieve effecten op Vogelrichtlijn-, beschermde en Rode Lijstsoorten, ook zeer negatieve effecten op habitattypen, NNN en KRW, biedt kansen voor

Effecten	Variant 1A	Variant 1B	Variant 2A	Variant 3
				natuurontwikkeling (soorten, NNN en in het algemeen)
Bodem en water	geen effecten	geen effecten	mogelijk negatief effect door constructie op grondwaterkwantiteit	geen effecten
Landschap en erfgoed	<ul style="list-style-type: none"> <li>- (zeer) negatieve effecten landschapstype- en structuur, ruimtelijk-visuele kenmerken, aardkundige waarden, belevingswaarde;</li> <li>- (zeer) negatief effect historische structuren en elementen, archeologische (verwachtings)waarden.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- negatieve effecten landschapstype- en structuur, aardkundige waarden, belevingswaarde;</li> <li>- (zeer) negatief effect historische structuren en elementen, archeologische (verwachtings)waarden.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- negatieve effecten landschapstype- en structuur, ruimtelijk-visuele kenmerken, belevingswaarde;</li> <li>- zeer negatief effect archeologische (verwachtings)waarden.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- (zeer) negatieve effecten landschapstype- en structuur, ruimtelijk-visuele kenmerken, aardkundige waarden, belevingswaarde;</li> <li>- zeer negatief effect historische structuren en elementen, archeologische (verwachtings)waarden.</li> </ul>
Gebruiks-functies	<ul style="list-style-type: none"> <li>- mogelijke ruimtebeslag op particuliere tuinen, bedrijfservern en landbouwareaal (tot 10 ha);</li> <li>- zeer positief effect versterkte gebruikswaarde en toekomstwaarde.</li> </ul>	zeer positief effect versterkte gebruikswaarde en toekomstwaarde	zeer positief effect versterkte gebruikswaarde en toekomstwaarde	<ul style="list-style-type: none"> <li>- mogelijke ruimtebeslag op particuliere tuinen, bedrijfservern en landbouwareaal (meer dan 10 ha);</li> <li>- negatieve invloed op recreatiekwaliteit;</li> <li>- zeer positief effect versterkte gebruikswaarde en toekomstwaarde.</li> </ul>
<b>Beheer</b>				
	vergelijkbaar met huidige situatie	vergelijkbaar met huidige situatie	constructie vormt belemmering voor onderhoud	meer inspanning nodig voor zachte bekleding, beheerareaal neemt aanzienlijk toe
<b>Ruimtelijke kwaliteit</b>				
	aantasting van Dyksfaert en dykspuiten	gewenst vanwege behoud landschappelijk waardevolle structuren	zichtbare damwandconstructies zijn onwenselijk	verdient niet de voorkeur vanwege grote impact op huidige buitendijkse landschap
<b>Omgeving</b>				
	alle varianten bieden mogelijkheden voor meekoppelkansen			

## Kosten

Het grootste verschil in kosten zit tussen de varianten met een harde bekleding (varianten 1A, 1B en 2A) en variant 3. De ruime bandbreedte in kosten van variant 3 wordt veroorzaakt door een nog onzekere optimalisatie in de kleidikte en daarmee de benodigde hoeveelheid klei en in onzekerheid over de beschikbaarheid van gebiedseigen grond. De totale kosten (investerings- en onderhoudskosten) in een periode van 50 jaar zijn lager voor de varianten met een harde bekleding, ongeacht eventuele optimalisatiemaatregelen. Bij een zichtperiode van 100 jaar is het afhankelijk van de te realiseren optimalisaties in het ontwerp van variant 3, of deze variant vergelijkbare of lagere kosten heeft dan de varianten met een harde bekleding. Vanwege de aanleg van voorland en het onderhoud van kwelderwerken is het verschil in kosten tussen de varianten met een harde bekleding (varianten 1A, 1B en 2A) en variant 3 relatief groot. De verschillen in kosten tussen de varianten met een harde bekleding zijn relatief klein. Variant 1B is het goedkoopste, gevolgd door variant 1A en dan variant 2A.

## Milieueffecten

### Hoogwaterveiligheid

Variante 3 (zachte bekleding en voorland) zorgt voor meer complexiteit in de uitvoering (-). Variante 3 is in een volgende dijkversterking eenvoudiger en waarschijnlijk goedkoper te versterken en daardoor scoort deze variant het best op flexibiliteit (+). De varianten zijn niet onderscheidend op robuustheid (+). Variante 3 (zachte bekleding en voorland) scoort negatief op beheerbaarheid.

### Energie en materialen

De MKI-waarden van de varianten met een harde bekleding (-) zijn lager dan van variante 3 (zachte bekleding en voorland, -). Variante 3 heeft alleen op lange termijn (100 jaar of meer) een gelijkwaardige MKI-waarde wanneer de variant kan worden geoptimaliseerd door gebruik van een kleinere kleilaagdikte, lokaal winnen van klei, en het voorland natuurlijk aangroeit bij zeespiegelstijging waarbij het voorland initieel beperkt wordt aangelegd. Alle varianten gebruiken in de aanlegfase meer energie dan in de referentiesituatie (-). De energievraag in variante 1A (harde bekleding en binnenberm) en 3 is hoger door het vervoer van grond en klei voor de berm in het binnentalud en in variante 3 ook de klei op het buitentalud.

### Natuur

Variante 2A (harde bekleding en constructie) heeft de minst negatieve effecten op natuur, omdat variante 2A geen extra ruimtebeslag nodig heeft. Alleen voor beschermde soorten (-), Rode Lijstsoorten (-) en kansen voor natuurontwikkeling (-) zijn negatieve effecten van het ontwerp te verwachten. Variante 1A (harde bekleding en binnenberm) heeft deze effecten en hierop aanvullend een zeer negatieve beoordeling (-) voor Vogelrichtlijnsoorten door het ruimtebeslag binnendijs.

Variante 1B (harde bekleding en asverlegging) en 3 (zachte bekleding en voorland) hebben op vrijwel alle natuurcriteria (habitattypen, Vogelrichtlijnsoorten, beschermde soorten, Rode Lijstsoorten, NNN, KRW, kansen voor natuurontwikkeling) (zeer) negatieve effecten. Variante 1B heeft op kansen voor natuurontwikkeling een zeer negatieve beoordeling (-), waar variante 3 negatief is beoordeeld (-).

In variante 3 is er verbetering voor leefgebieden van Vogelrichtlijnsoorten, beschermde soorten, Rode Lijstsoorten en natuurdoeltypen (NNN) op de brede, groene dijk en/of het voorland (+). Ook zijn er kansen voor natuurontwikkeling (+). Omdat positieve en negatieve effecten niet gemiddeld mogen worden, is de keuze voor variante 3 minder voor de hand liggend.

De aanlegfase van alle varianten veroorzaakt zeer negatieve effecten op Natura 2000 (habitattypen, Vogelrichtlijnsoorten en beschermde soorten). Variante 2A (harde bekleding en constructie) heeft door het aanbrengen van de damwand een zeer negatieve invloed op habitatsorten.

### Bodem en water

Variante 2A (harde bekleding en constructie) heeft mogelijk een effect (-) op de grondwaterkwantiteit door plaatsing van constructies. De aanleg van een constructie kan zorgen voor een mindere toestroming van water richting het binnenland. Dit kan in de zomer een negatief effect hebben op aanwezige bebouwing.

### Landschap en erfgoed

Alle varianten hebben mogelijk zeer veel ruimtebeslag op archeologische (verwachtings)waarden (-). Ook treden er bij alle varianten negatieve effecten op de belevingswaarde op (-). Variante 1B (harde bekleding en asverlegging) en 2A (harde bekleding en constructie) hebben iets minder negatief effect op landschapstype en -structuur (-) dan de andere twee varianten (-). Variante 1B heeft ook minder negatief effect op de ruimtelijk-visuele kenmerken (0, de andere varianten -). Varianten 1A (harde bekleding en binnenberm), 1B en 3 (zachte bekleding en voorland) hebben negatieve invloed op aardkundige waarden (-) en historisch-geografische structuren (- en variante 3 -). Uiteindelijk heeft variante 2A op de minste criteria invloed, omdat deze variant geen aanvullend ruimtebeslag kent.

### Gebruiksfuncties

Varianten 1A (harde bekleding en binnenberm) en 3 zorgen mogelijk voor aantasting van particuliere tuinen (-), bedrijfserven (-), en ruimtebeslag op landbouwareaal meer dan 10 ha (-). De aanleg voor voorland in

variant 3 heeft een negatieve invloed op de recreatiekwaliteit, doordat mogelijk waardevolle variatie tussen zicht op het wad en kwelders verdwijnt (-). Alle varianten hebben mogelijkheden voor multifunctioneel gebruik en/of meekoppelkansen (++)).

### Beheer

Voor varianten 1A en 1B blijft het beheer vergelijkbaar met de huidige situatie. Bij variant 2A zorgt de constructie voor belemmeringen bij het beheer en daarmee verslechtert de beheerbaarheid. De beheerinspanning voor variant 3 neemt aanzienlijk toe door het grotere areaal.

### Ruimtelijke kwaliteit

Voor dijksectie 6a (niet bebouwd) gaat de voorkeur uit naar variant 1B. Dit om aantasting van waardevolle landschappelijke structuren (dyksvaarten en dykspuiten) te voorkomen. Daarom wordt variant 1A hier beoordeeld als 'liever niet'. Daarnaast zijn zichtbare damwandconstructies in landelijke context zeer onwenselijk, daarom wordt ook variant 2A bestempeld als 'liever niet'.

### Omgeving

Er zijn geen onderscheidende effecten tussen de varianten voor dit thema. Beide varianten bieden mogelijkheden voor meekoppelkansen.

### Afweging en keuze

Op deze sectie wordt de algemene redenering gevolgd zoals beschreven in hoofdstuk 6. Er is hier geen voorland aanwezig, het heeft daarom de voorkeur om de bekleding hier te vervangen door een harde bekleding. Omdat verlegging van de dijk in het Natura 2000 gebied buitendijks op problemen met vergunbaarheid stuit, wordt hier gekozen voor variant 1A, waarbij de dijk op de huidige locatie blijft liggen. De erosie van de kruin en het binnentalud wordt tegengegaan door lokaal overgangen en objecten te versterken, waardoor de overslagbestendigheid wordt vergroot. De negatieve milieueffecten moeten in de planuitwerking nader onderzocht worden en waar mogelijk gemitigeerd of gecompenseerd. Een aandachtspunt is dat door de aanleg van een binnenberm de Dyksfaert en dijkputten verschuiven, wat ten koste gaat van onder andere landbouwgrond.

De grondberm en kruinverhoging zijn niet van toepassing ter plaatse van 't Skoar. Daar wordt alleen de bekleding op het binnentalud vervangen, vergelijkbaar met sectie 5. Ook hier geldt dat negatieve milieueffecten in de planuitwerking nader onderzocht worden.

## 6.6.2 Sectie 6b - Wierum bebouwd

Sectie 6b is het gebied in en rond Wierum met bebouwing tegen de dijk aan. Deze deelsectie heeft een lengte van ca 0,50 km. De buitenkant van de dijk is hier bekleed met steen, asfalt en gras. Aan de binnenkant is de dijk bekleed met gras en naast het talud ligt een weg. Aan deze weg grenzen in het westen van het dorp de achtertuinen van de woningen aan de Ternaarderwei. Deze straat gaat over in de Dykstrjitte die parallel aan de dijk richting het oosten loopt. Aan de Dykstrjitte staat bebouwing, waaronder de Mariatsjerke met daaromheen de begraafplaats. In de teen van de dijk staat een stenen muurtje als onderdeel van de waterkering.

De buitendijkse steen-, asfalt- en grasbekleding zijn over de hele lengte van de sectie afgekeurd. Daarnaast voldoet de dijk hier niet aan de veiligheidsnormen op het gebied van stabiliteit en hoogte. Daarom zijn er in deze sectie ook binnendijkse maatregelen nodig.

### Varianten en effecten

Vanwege de stabiliteits- en hoogteopgave zijn voor deze sectie vier van de in hoofdstuk 4 beschreven varianten beschikbaar:

- variant 1A - harde bekleding met binnenberm;
- variant 1B - harde bekleding met binnenberm en buitenwaartse verschuiving;
- variant 2A - harde bekleding met constructie;

- variant 2B - harde bekleding met constructie en verruwing.

Onderstaande tabel geeft een overzicht van de effecten van de varianten, met name op de punten waarop de varianten zich onderscheiden.

Tabel 6.7 Een overzicht van de onderscheidende effecten van de varianten voor sectie 6b

Effecten	Variant 1A	Variant 1B	Variant 2A	Variant 2B
<b>Kosten</b>				
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- de investeringskosten van variant 1A zijn vergelijkbaar met variant 2A en lager dan variant 1B en 2B;</li> <li>- investeringskosten van een volgende versterking zijn naar verwachting vergelijkbaar zijn met nu;</li> <li>- de onderhoudskosten zijn vergelijkbaar met de huidige situatie, vanwege toepassing van hetzelfde type materialen en oppervlakten.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- de investeringskosten van variant 1B zijn groter (factor 1,4) dan voor variant 1A, vanwege de hoeveelheid grondverzet aan de buitenzijde;</li> <li>- investeringskosten van een volgende versterking zijn naar verwachting vergelijkbaar zijn met nu;</li> <li>- de totale levensduurkosten over 100 jaar (inclusief onderhoudskosten) zijn hoger (factor 1,3) vergeleken met variant 1A. Dit verschil komt door de hogere aanlegkosten;</li> <li>- De onderhoudskosten zijn gelijk aan variant 1A en dus vergelijkbaar met de huidige situatie.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- de investeringskosten van variant 2A zijn gelijk aan die van variant 1A, vanwege de beperkte damwandlengte en de kleinere hoeveelheid grondverzet dan in variant 1A;</li> <li>- investeringskosten van een volgende versterking zijn naar verwachting vergelijkbaar zijn met nu;</li> <li>- de totale levensduurkosten over 100 jaar (inclusief onderhoudskosten) zijn gelijk aan variant 1A;</li> <li>- de onderhoudskosten zijn lager dan in variant 1A, vanwege een kleinere oppervlakte grasbekleding.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- de investeringskosten van variant 2B zijn groter (factor 1,3) dan voor variant 1A, vanwege de benodigde hoeveelheid beton in betonnen elementen aan de buitenzijde van de dijk;</li> <li>- investeringskosten van een volgende versterking zijn naar verwachting vergelijkbaar zijn met nu;</li> <li>- de totale levensduurkosten over 100 jaar (inclusief onderhoudskosten) zijn iets hoger dan variant 1A. Dit verschil komt door de hogere aanlegkosten;</li> <li>- de onderhoudskosten zijn lager dan in variant 1A, vanwege een kleinere oppervlakte grasbekleding.</li> </ul>
<b>Milieueffecten</b>				
Hoogwater-veiligheid	geen toename flexibiliteit	meer flexibiliteit door asverlegging	minder flexibiliteit door constructie	veel minder flexibiliteit door constructie en betonnen elementen
Energie en materialen	<ul style="list-style-type: none"> <li>- laagste MKI-waardes (1,1x t.o.v. variant 2A);</li> <li>- laagste energievraag ;</li> <li>- vrijkomend materiaal minder goed te hergebruiken (42 %);</li> <li>- aandeel primair materiaalgebruik is hoog (58 %).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- MKI-waardes zijn 2x zo groot;</li> <li>- energievraag is 1,5x zo groot;</li> <li>- vrijkomend materiaal minder goed te hergebruiken (27 %);</li> <li>- aandeel primair materiaalgebruik is hoog (77 %).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- laagste MKI-waardes;</li> <li>- laagste energievraag;</li> <li>- vrijkomend materiaal minder goed te hergebruiken (44 %);</li> <li>- aandeel primair materiaalgebruik is hoog (53 %).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- laagste MKI-waardes (1,01x t.o.v. variant 2A);</li> <li>- laagste energievraag;</li> <li>- vrijkomend materiaal minder goed te hergebruiken (29 %);</li> <li>- aandeel primair materiaalgebruik is gemiddeld (46 %).</li> </ul>
Natuur - aanlegfase	voor alle varianten (zeer) negatieve effecten in aanlegfase			
Natuur - ontwerp	ruimtebeslag binnendijs, (zeer) negatieve effecten op Vogelrichtlijn-, beschermde en Rode Lijstsoorten	ruimtebeslag in Natura 2000-gebied, naast (zeer) negatieve effecten op Vogelrichtlijn-, beschermde en Rode Lijstsoorten, ook zeer	geen extra ruimtebeslag, negatieve effecten op beschermde en Rode Lijstsoorten	geen extra ruimtebeslag, negatieve effecten op beschermde en Rode Lijstsoorten

Effecten	Variant 1A	Variant 1B	Variant 2A	Variant 2B
		negatieve effecten op habitattypen, NNN en KRW		
Bodem en water	geen effecten	geen effecten	mogelijk negatief effect door constructie op grondwaterkwantiteit	mogelijk negatief effect door constructie op grondwaterkwantiteit
Landschap en erfgoed	negatieve effecten op landschapstype- en structuur en archeologische (verwachtings)waarden	negatieve effecten op landschapstype- en structuur, aardkundige en archeologische (verwachtings)waarden, belevingswaarde van dijk en omgeving	negatieve effecten op landschapstype- en structuur en archeologische (verwachtings)waarden	negatieve effecten op landschapstype- en structuur, ruimtelijk-visuele kenmerken, belevingswaarde van de dijk en omgeving en archeologische (verwachtings)waarden
Gebruiks-functies	negatief effect woonkwaliteit, zeer positief effect versterkte gebruikswaarde en toekomstwaarde	zeer positief effect versterkte gebruikswaarde en toekomstwaarde	zeer positief effect versterkte gebruikswaarde en toekomstwaarde	zeer positief effect versterkte gebruikswaarde en toekomstwaarde
<b>Beheer</b>				
	vergelijkbaar met huidige situatie	vergelijkbaar met huidige situatie	constructie vormt belemmering voor onderhoud	vergelijkbaar met huidige situatie
<b>Ruimtelijke kwaliteit</b>				
	gewenst, met uitzondering van deel ter hoogte van de kerk	asverschuiving is niet wenselijk	gewenst ter hoogte van kerk door behoud huidige situatie	zeer onwenselijk vanwege stedelijke uitstraling
<b>Omgeving</b>				
	alle varianten bieden mogelijkheden voor meekoppelkansen			

## Kosten

De investeringskosten voor variant 1A (harde bekleding en binnenberm) en 2A zijn lager dan voor variant 1B en 2B. De onderhoudskosten voor de varianten met een constructie (variant 2A en 2B) zijn wat lager dan de onderhoudskosten van variant 1A en 1B, maar dit heeft geen grote invloed op het verschil in de totale benodigde investering over 50 jaar en 100 jaar. Variant 1A en 2A zijn qua kosten vergelijkbaar, gevolgd door variant 2B en tot slot variant 1B.

## Milieueffecten

### Hoogwaterveiligheid

Variante 1B (harde bekleding en asverlegging) zorgt met een buitenwaartse asverlegging voor meer ruimte binnendijks, en daarmee meer flexibiliteit (+). Varianten 2A (harde bekleding en constructie) en 2B (harde bekleding, constructie en verruiming) brengen een constructie aan, wat leidt tot verminderde flexibiliteit (-). Door betonnen elementen is variant 2B nog minder flexibel dan variant 2A (--). De varianten zijn niet onderscheidend op robuustheid (+).

### Energie en materialen

De effecten voor energie en materialen zijn voor de meeste varianten niet onderscheidend. De MKI-waarde van variant 1B is hoger, dit komt doordat zowel het binnen- als het buitentalud volledig opnieuw worden aangelegd.

### Natuur



Variant 2A (harde bekleding en constructie) heeft de minst negatieve effecten op natuur, omdat variant 2A geen extra ruimtebeslag nodig heeft. Alleen voor beschermde soorten (-), Rode Lijstsoorten (--) en kansen voor natuurontwikkeling (-) zijn negatieve effecten van het ontwerp te verwachten. Variant 2B heeft vrijwel dezelfde beoordeling, met dan een zeer negatieve beoordeling op kansen voor natuurontwikkeling (--).

Variant 1A (harde bekleding en binnenberm) heeft aanvullend op de effecten van 2A een zeer negatieve beoordeling (--) voor Vogelrichtlijnsoorten door het ruimtebeslag binnendijks. Variant 1B heeft aanvullend op de effecten van 1A ook nog zeer negatieve effecten bij habitattypen, NNN en kansen voor natuurontwikkeling.

De aanlegfase van alle varianten veroorzaakt zeer negatieve effecten op Natura 2000 (habitattypen, Vogelrichtlijnsoorten) (--). Variant 2A (harde bekleding en constructie) en 2B (harde bekleding, constructie en verruwing) hebben door het aanbrengen van de damwand een zeer negatieve invloed op habitatsoorten en beschermde soorten (--). Varianten 1A (harde bekleding en binnenberm) en 1B (Harde bekleding en asverlegging) hebben een kleinere negatieve invloed op beschermde soorten in de aanleg (-) en geen effect op habitatsoorten (0).

#### *Bodem en water*

Varianten 2A en 2B hebben mogelijk een effect op de grondwaterkwantiteit door plaatsing van constructies. De aanleg van een constructie kan zorgen voor een mindere toestroming van water richting het binnenland. Dit kan in de zomer een negatief effect hebben op aanwezige bebouwing.

#### *Landschap en erfgoed*

Alle varianten hebben negatieve effecten op landschapstype- en structuur (-) en archeologische (verwachtings)waarden (-). Variant 1B heeft buitendijks een negatief effect op aardkundige waarden (-) en belevingswaarde (-). De betonnen elementen van variant 2B tasten ruimtelijk-visuele kenmerken aan (groene uitstraling dijk, -) en het dorps karakter (belevingswaarde, -).

#### *Gebruiksfuncties*

Variant 1A (harde bekleding en binnenberm) zorgt mogelijk voor aantasting van een beperkt aantal particuliere tuinen (-). Alle varianten hebben mogelijkheden voor multifunctioneel gebruik en/of meekoppelkansen (++).

#### **Beheer**

Voor varianten 1A en 1B blijft het beheer vergelijkbaar met de huidige situatie. Ook voor variant 2B blijft de inspanning min of meer gelijk. Bij variant 2A zorgt de damwandconstructie voor belemmeringen bij het beheer en daarmee verslechtert de beheerbaarheid.

#### **Ruimtelijke kwaliteit**

Voor dijksectie 6b (bebouwd) gaat de voorkeur vanuit ruimtelijke kwaliteit uit naar het zoveel mogelijk behouden van de huidige uitstraling. Ter plaatse van het gemetselde muurtje heeft daarom variant 2A de voorkeur. Voor de dijksectie ten westen en ten oosten van de kerk gaat de voorkeur uit naar variant 1A. Een oplossing waarbij het muurtje bij de kerk aan weerszijden wordt voortgezet is niet wenselijk. Ook een as-verschuiving, of het aanleggen van nieuw voorland is hier niet wenselijk. De varianten 1B, 2A en 3 scoren daarom 'liever niet'. Voor deze dijksectie geldt dat variant 2B zeer onwenselijk is. Het buitentalud heeft door het getrapte profiel en harde materialen een zeer stedelijke uitstraling. Gezien het kleinschalige dorps karakter van Wierum wordt dit als niet passend beoordeeld.

#### **Omgeving**

Er zijn geen onderscheidende effecten tussen de varianten voor dit thema. Beide varianten bieden mogelijkheden voor meekoppelkansen.

#### **Afweging en keuze**

Op deze sectie wordt de algemene redeneerlijn gevolgd zoals beschreven in hoofdstuk 6. Er is hier geen voorland aanwezig, het heeft daarom de voorkeur om de bekleding hier te vervangen door een harde bekleding. Mede omdat verlegging van de dijk in het Natura 2000 gebied buitendijks op problemen met

vergunbaarheid stuit, wordt hier gekozen voor variant 1A, waarbij de dijk op de huidige locatie blijft liggen. De erosie van de kruin en het binnentalud wordt tegengegaan door lokaal overgangen en objecten te versterken, waardoor de overslagbestendigheid wordt vergroot. De hiervoor benoemde effecten geven geen reden om van deze redeneerlijn af te wijken. De negatieve milieueffecten moeten in de planuitwerking nader onderzocht worden en waar mogelijk gemitigeerd of gecompenseerd.

In sectie 6b lijkt het mogelijk om, indien nodig, de binnenberm te versterken. Ter plaatse van de kerk van Wierum lijkt de oplossing binnen de huidige ruimte te passen. De muur hoeft dan waarschijnlijk niet verhoogd te worden. Mogelijk ontstaat op een aantal kortere stukken een knelpunt. Op deze plekken wordt in de planuitwerkingsfase gekeken hoe dit ontwerp ingepast kan worden met zo min mogelijk impact voor het dorp Wierum. Belanghebbenden worden nauw bij deze inpassing betrokken.

## 6.7 Sectie 7 - Paesens-Moddergat

*Sectie 7 loopt van de Garnalenfabriek ten westen van Paesens-Moddergat tot de Bantpolder. Langs het grootste deel van de sectie is voorland (Peazemerlannen) aanwezig. Op een klein deel van de sectie staat het water van de Waddensee direct tegen de dijk. Bij het dorp Paesens-Moddergat is dicht bij de dijk bebouwing aanwezig. Sectie 7 bestaat daarom uit twee delen: bebouwd (7a) en onbebouwd (7b).*

### 6.7.1 Sectie 7a - Paesens-Moddergat bebouwd

Deze deelsectie start bij de Garnalenfabriek en loopt tot voorbij het laatste huis aan de Eastein. De deelsectie heeft een lengte van 1,60 km. De buitenkant van de dijk is hier bekleed met steen, asfalt en gras. Aan de binnenkant is de dijk bekleed met gras en naast het talud ligt een (onderhouds)weg.

De buitendijkse bekleding voldoet op deze deelsectie niet aan de waterveiligheidsnorm. De steenbekleding is op gedeelten afgekeurd. Het asfalt en de grasbekleding buitendijks is over de hele lengte afgekeurd. Daarnaast voldoet de dijk hier niet aan de veiligheidsnormen op het gebied van stabiliteit en hoogte.

#### Varianten en effecten

In sectie 7a zijn vier van de in hoofdstuk 4 beschreven varianten beschouwd:

- variant 1B - harde bekleding met binnenberm en buitenwaartse verschuiving;
- variant 2A - harde bekleding met constructie;
- variant 2B - harde bekleding met constructie en verruwing;
- variant 3 - zachte bekleding en taludverflauwing, zonder binnenberm.

Onderstaande tabel geeft een overzicht van de effecten van de varianten, met name op de punten waarop de varianten zich onderscheiden.

Tabel 6.8 Een overzicht van de onderscheidende effecten van de varianten voor sectie 7a

Effecten	Variant 1B	Variant 2A	Variant 2B	Variant 3
Kosten				
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- de investeringskosten van variant 1B zijn iets lager dan variant 2A en 2B;</li> <li>- investeringskosten van een volgende versterking zijn naar verwachting vergelijkbaar zijn met nu;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- de investeringskosten van variant 2A zijn beperkt groter dan de kosten voor variant 1B. De kosten voor de damwand zijn hoger dan de besparing op de hoeveelheid grondverzet;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- de investeringskosten van variant 2A zijn beperkt groter dan de kosten voor variant 1B. De kosten van de relatief korte damwand en de betonnen elementen wegen op tegen de besparing van het grondverzet;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- de investeringskosten voor de dijkversterking zijn gelijk of hoger (factor 1,0 tot 1,9) dan voor variant 1B;</li> <li>- een volgende versterking bestaat naar verwachting uit het aanbrengen van een laag klei. De</li> </ul>

Effecten	Variante 1B	Variante 2A	Variante 2B	Variante 3
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- de onderhoudskosten zijn vergelijkbaar met de huidige situatie, vanwege toepassing van hetzelfde type materialen en oppervlakten.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- investeringskosten van een volgende versterking zijn naar verwachting vergelijkbaar zijn met nu;</li> <li>- de totale levensduurkosten over 100 jaar (inclusief onderhoudskosten) zijn gelijk aan variant 1B;</li> <li>- de onderhoudskosten zijn iets lager dan in variant 1B, vanwege een kleinere oppervlakte grasbekleding.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- investeringskosten van een volgende versterking zijn naar verwachting vergelijkbaar zijn met nu;</li> <li>- de totale levensduurkosten over 100 jaar (inclusief onderhoudskosten) zijn gelijk aan variant 1B;</li> <li>- de onderhoudskosten zijn fors lager dan in variant 1B, vanwege een veel kleinere oppervlakte grasbekleding.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- verwachte investeringskosten daarvan zijn naar verwachting veel lager dan de huidige investeringskosten;</li> <li>- de totale levensduurkosten over 100 jaar (inclusief onderhoudskosten) liggen hierdoor in de buurt van de levensduurkosten over 100 jaar van variant 1B;</li> <li>- de onderhoudskosten van deze variant zijn hoger (factor 2) dan de onderhoudskosten van variant 1B vanwege de grotere oppervlakte grasbekleding.</li> </ul>
<b>Milieueffecten</b>				
Hoogwaterveiligheid	meer flexibiliteit door asverlegging	minder flexibiliteit door constructie	<ul style="list-style-type: none"> <li>- veel minder flexibiliteit door constructie en betonnen elementen;</li> <li>- complex in uitvoering door plaatsing betonnen elementen.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- zeer flexibel;</li> <li>- complex in uitvoering door aanleg voorland.</li> </ul>
Energie en materialen	<ul style="list-style-type: none"> <li>- MKI-waardes zijn 1,5x zo groot als 2A;</li> <li>- energievraag is 1,2x zo groot als 2A;</li> <li>- vrijkomend materiaal minder goed te hergebruiken (25 %);</li> <li>- aandeel primair materiaalgebruik is hoog (79 %).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- laagste MKI-waardes;</li> <li>- laagste energievraag;</li> <li>- vrijkomend materiaal minder goed te hergebruiken (39 %);</li> <li>- aandeel primair materiaalgebruik is hoog (67 %).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- MKI-waardes zijn 1,7x zo groot;</li> <li>- laagste energievraag;</li> <li>- vrijkomend materiaal minder goed te hergebruiken (28 %);</li> <li>- aandeel primair materiaalgebruik is hoog (65 %).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- MKI-waardes zijn tot 4,5x zo groot;</li> <li>- energievraag is 2x zo groot;</li> <li>- vrijkomend materiaal minder goed te hergebruiken (25 %);</li> <li>- aandeel primair materiaalgebruik is gemiddeld (43 %).</li> </ul>
Natuur - aanlegfase	voor alle varianten (zeer) negatieve effecten in aanlegfase			
Natuur - ontwerp	ruimtebeslag buitendijks, naast (zeer) negatieve effecten op beschermde en Rode Lijstsoorten, ook zeer negatieve effecten op habitattypen, Vogelrichtlijnsoorten, NNN en KRW	geen extra ruimtebeslag, (zeer) negatieve effecten op beschermde en Rode Lijstsoorten	geen extra ruimtebeslag, (zeer) negatieve effecten op beschermde en Rode Lijstsoorten	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ruimtebeslag in Natura 2000-gebied;</li> <li>- naast (zeer) negatieve effecten op beschermde en Rode Lijstsoorten, ook zeer negatieve effecten op habitattypen, Vogelrichtlijnsoorten, NNN en KRW;</li> <li>- biedt kansen voor natuurontwikkeling (beschermde en Rode Lijstsoorten, NNN en in het algemeen).</li> </ul>
Bodem en water	geen effecten	mogelijk klein negatief effect door constructie op grondwaterkwantiteit	geen effecten	geen effecten
Landschap en erfgoed	(zeer) negatieve effecten op landschapstype- en	negatieve effecten op landschapstype- en	negatieve effecten op landschapstype- en	veel (zeer) negatieve effecten landschapstype-

Effecten	Variante 1B	Variante 2A	Variante 2B	Variante 3
	structuur, aardkundige en archeologische (verwachtings)waarden, belevingswaarde dijk en omgeving	structuur, ruimtelijk-visuele kenmerken, en archeologische (verwachtings)waarden, belevingswaarde dijk en omgeving	structuur, ruimtelijk-visuele kenmerken en archeologische (verwachtings)waarden, belevingswaarde dijk en omgeving	en structuur, ruimtelijk-visuele kenmerken en archeologische en aardkundige (verwachtings)waarden, belevingswaarde dijk en omgeving
Gebruiksfuncties	zeer positief effect versterkte gebruikswaarde en toekomstwaarde	zeer positief effect versterkte gebruikswaarde en toekomstwaarde	zeer positief effect versterkte gebruikswaarde en toekomstwaarde	negatieve invloed op recreatiekwaliteit, zeer positief effect versterkte gebruikswaarde en toekomstwaarde
<b>Beheer</b>				
	vergelijkbaar met huidige situatie	constructie vormt belemmering voor onderhoud	vergelijkbaar met huidige situatie	meer inspanning nodig voor zachte bekleding, beheerareaal neemt aanzienlijk toe
<b>Ruimtelijke kwaliteit</b>				
	gewenst op deel tussen De Oere en Jisterwei	gewenst ter hoogte van De Oere, toepassen met getrappt profiel	zeer onwenselijk vanwege stedelijke uitstraling	niet gewenst
<b>Omgeving</b>				
	alle varianten bieden mogelijkheden voor meekoppelkansen			

## Kosten

De grootste verschillen in kosten zijn tussen de varianten met een harde bekleding (varianten 1B, 2A en 2B) en variant 3 (zachte bekleding en voorland). De ruime bandbreedte in kosten van variant 3 wordt veroorzaakt door een nog onzekere optimalisatie in de kleidikte en daarmee de benodigde hoeveelheid klei en in onzekerheid over de beschikbaarheid van gebiedseigen grond.

De totale kosten (investerings- en onderhoudskosten) over een periode van 50 jaar zijn lager voor de varianten met een harde bekleding, ongeacht de mogelijke optimalisaties. Bij een zichtperiode van 100 jaar is het afhankelijk van eventueel te realiseren optimalisaties in het ontwerp van variant 3, of deze variant vergelijkbare of lagere kosten heeft dan de varianten met een harde bekleding.

Vanwege de aanleg van voorland en het onderhoud van kwelderwerken is het verschil in investeringskosten tussen de varianten met een harde bekleding (varianten 1B, 2A en 2B) en variant 3 in dit deelgebied relatief groot. Vanwege de benodigde kruinverhoging in de varianten met een harde bekleding is variant 3 op de lange termijn in prijs concurrerend.

De verschillen in kosten tussen de varianten met een harde bekleding zijn klein.

## Milieueffecten

### Hoogwaterveiligheid

De aanleg van variant 3 (zachte bekleding en voorland) zorgt voor meer complexiteit in de uitvoering (-). Voor variant 2B worden zogenaamde Xbloc-elementen aangebracht waar specialistisch materiaal voor nodig is. Daarnaast is ervaring met het plaatsen van deze betonnen elementen beperkt in vergelijking met traditionele bekledingen. Ook variant 2B is daardoor meer complex in de uitvoering (-).

Variante 3 (zachte bekleding en voorland) is in een volgende dijkversterking eenvoudiger en waarschijnlijk goedkoper te versterken en daardoor scoort deze variant het best op flexibiliteit (++) . Variante 1B (harde

bekleding en asverlegging) zorgt met een buitenwaartse asverlegging voor meer ruimte binnendijks, en daarmee meer flexibiliteit (+). Varianten 2A (harde bekleding en constructie) en 2B (harde bekleding, constructie en verruwing) brengen een constructie aan, wat leidt tot verminderde flexibiliteit (-). Door betonnen elementen is variant 2B nog minder flexibel dan variant 2A (--). De varianten zijn niet onderscheidend op robuustheid (+). Varianten 3 (zachte bekleding en voorland) en 2A scoren negatief op beheerbaarheid.

#### *Energie en materialen*

De MKI-waarden van de varianten met een harde bekleding zijn lager dan van variant 3 (zachte bekleding en voorland). Variant 3 heeft alleen op lange termijn (100 jaar of meer) een gelijkwaardige MKI-waarde wanneer de variant kan worden geoptimaliseerd door gebruik van een kleinere kleilaagdikte, lokaal winnen van klei, en het voorland natuurlijk aangroeit bij zeespiegelstijging waarbij het voorland initieel beperkt wordt aangelegd. Alle varianten gebruiken in de aanlegfase meer energie dan in de referentiesituatie (-).

#### *Natuur*

Variant 2A (harde bekleding en constructie) en 2B (harde bekleding, constructie en verruwing) zijn vrijwel gelijk beoordeeld. Zij hebben zeer negatieve effecten (--) op Rode Lijstsoorten, en een negatief effect op beschermde soorten (-). Op het criterium kansen voor natuurontwikkeling is variant 2B zeer negatief beoordeeld (--) en variant 2A negatief (-). Hiermee hebben deze varianten de minste negatieve effecten.

Varianten 1B (harde bekleding en asverlegging) en 3 (zachte bekleding en voorland) hebben aanvullend op de effecten van 2A en 2B ook nog zeer negatieve effecten (--) op habitattypen, Vogelrichtlijnsoorten, NNN en KRW. Variant 1B is zeer negatief beoordeeld op de kansen voor natuurontwikkeling (--), variant 3 is daar negatief op beoordeeld (-).

In variant 3 is er verbetering voor leefgebieden beschermde soorten, Rode Lijstsoorten en natuurdoeltypen (NNN) op de brede, groene dijk en/of het voorland (+). Ook zijn er kansen voor natuurontwikkeling (++). Omdat positieve en negatieve effecten niet gemiddeld mogen worden, is de keuze voor variant 3 in vergelijking met variant 2A en 2B minder voor de hand liggend.

De aanlegfase van alle varianten veroorzaakt zeer negatieve effecten op Natura 2000 (habitattypen, Vogelrichtlijnsoorten) (--). Variant 2A (harde bekleding en constructie) en 2B (harde bekleding, constructie en verruwing) hebben door het aanbrengen van de damwand een zeer negatieve invloed op habitatsoorten (--). Varianten 1B (harde bekleding en asverlegging) en 3 (zachte bekleding en voorland) hebben geen effect op habitatsoorten (0). Alle varianten hebben een negatief effect op beschermde soorten door verstoring (-).

#### *Bodem en water*

De constructies van variant 2B (harde bekleding, constructie en verruwing, 0) hebben in dit deelgebied een kleiner effect op de grondwaterkwantiteit dan die van variant 2A (harde bekleding en constructie, -). Dat komt doordat de diepte van de constructie beperkt is.

#### *Landschap en erfgoed*

Variant 2A (harde bekleding en constructie) en 2B (harde bekleding, constructie en verruwing) hebben vrijwel gelijke effecten. De varianten beïnvloeden landschapstype en structuur, de ruimtelijk-visuele kenmerken, belevingswaarde van de dijk en omgeving en archeologische (verwachtings)waarden negatief (-). Variant 1B (harde bekleding en asverschuiwing) heeft geen effect op de ruimtelijk-visuele kenmerken, wel op landschapstype en –structuur (-), belevingswaarde (-) en heeft meer ruimtebeslag op archeologische (verwachtings)waarden (--).

Variant 3 (zachte bekleding en voorland) heeft zeer negatieve effecten (--) op landschapstype en –structuur, aardkundige waarden, belevingswaarde, historisch-geografische structuren en archeologische (verwachtings)waarden. Daarnaast ook een negatief effect op ruimtelijk-visuele kenmerken via het waterpanorama (-).

#### *Gebruiksfuncties*

Het voorland van variant 3 (zachte bekleding en voorland) heeft een negatieve invloed op de waardevolle afwisseling van kwelders en water (recreatiekwaliteit, -). Alle varianten hebben mogelijkheden voor multifunctioneel gebruik en/of meekoppelkansen (+ +).

### Beheer

Voor variant 1B blijft het beheer vergelijkbaar met de huidige situatie. Ook voor variant 2B blijft de inspanning min of meer gelijk. Bij variant 2A zorgt de damwandconstructie voor belemmeringen bij het beheer en daarmee verslechtert de beheerbaarheid. De beheerinspanning voor variant 3 neemt aanzienlijk toe door het grotere areaal.

### Ruimtelijke kwaliteit

Het binnen- en buitendijks landschap van sectie 7a verschilt en daarom is er ook niet één voorkeur vanuit ruimtelijke kwaliteit.

Voor het westelijke deel waar de doorgaande weg onderaan de dijk loopt en buitendijks geen voorland ligt (De Oere) past een keermuur met een maximale hoogte van circa 1 m met een getrap profiel (2A met optimalisatie). Variant 1B wordt als 'second best' beoordeeld wanneer variant 2A niet geoptimaliseerd kan worden. Varianten 2A (zonder optimalisatie), variant 2B en variant 3 worden beoordeeld als 'liever niet'. Daar waar de dijk achter de tuinen langs loopt en buitendijks een kleine polder ligt (vanaf De Oere tot aan de Jisterwei) heeft het de voorkeur om het getrapte profiel zonder keermuur toe te passen (1B). Varianten 2A (met en zonder optimalisatie), variant 2B en variant 3 worden beoordeeld als 'liever niet'.

### Omgeving

Er zijn geen onderscheidende effecten tussen de varianten voor dit thema. Beide varianten bieden mogelijkheden voor meekoppelkansen.

### Afweging en keuze

Er is bij sectie 7a geen voorland aanwezig, daarom wordt de bekleding hier vervangen door een harde bekleding. Voor de hoogte en stabiliteit heeft het de voorkeur om hier een oplossing in grond toe te passen. In het dorp Paesens-Moddergat lijkt het echter niet goed mogelijk een berm met de benodigde afmetingen in het dorp in te passen, zonder het beschermd dorpsgezicht aan te tasten. Daarom wordt de dijk met minimaal ruimtebeslag naar de zeezijde verschoven, zodat er ruimte ontstaat voor de binnenberm. De erosie van de kruin en het binnentalud wordt tegengegaan door lokaal overgangen en objecten te versterken, waardoor de overslagbestendigheid wordt vergroot.

Deze verschuiving leidt wel tot aantasting van de natuurwaarden. Deze natuurwaarden, voornamelijk Natura 2000-gebied, worden zwaar beschermd door de Natuurbeschermingswet. Aantasting van deze natuurwaarden is alleen toegestaan met een vergunning, waaraan strikte voorwaarden zijn verbonden. Door optimalisatie wordt geprobeerd de verschuiving - en daarmee aantasting van natuurwaarden - te minimaliseren.

Of en hoe de resterende buitenwaartse verschuiving aan de voorwaarden voor een vergunning kan voldoen, is nog onbekend. Dit gaat Wetterskip Fryslân nader onderzoeken in de planuitwerkingsfase. Als de variant uiteindelijk niet vergunbaar blijkt, dan zal het Wetterskip moeten terugvallen op een andere inpassing van de dijkverbetering. Waarbij net als in Wierum in de planuitwerking gekeken wordt hoe de dijk ingepast kan worden met zo min mogelijk impact voor het dorp. Belanghebbenden worden nauw bij deze inpassing betrokken.

## 6.7.2 Sectie 7b - Paesens-Moddergat onbebouwd

Deelsectie 7b loopt vanaf het dorp Paesens-Moddergat tot aan de Bantpolder (Natuurmonumenten). Het is het meest oostelijke deel van dit project en heeft een lengte van 2,60 km. Ten oosten van dit gebied tot en met het Lauwersmeer is de dijk recentelijk versterkt. Langs de hele deelsectie is voorland (Peazemerlannen) aanwezig. Het voorland is redelijk hoog, waardoor onder normale omstandigheden geen water tegen de dijk

staat. De buitenkant van de dijk is bekleed met (van onder naar boven) steen, asfalt en gras. Aan de binnenkant is de dijk bekleed met gras en naast het talud ligt een onderhoudsweg met daarnaast een sloot.

Op deze sectie voldoet de buitendijkse bekleding niet aan de waterveiligheidsnorm. Een gedeelte van de steenbekleding en de gehele asfalt- en grasbekleding zijn afgekeurd. Ook voldoet dit deel van de dijk niet aan de norm voor de faalmechanismen macrostabiliteit binnenwaarts en erosie kruin en binnentalud.

### Varianten en effecten

In sectie 7b zijn drie van de in hoofdstuk 4 beschreven varianten beschikbaar:

- variant 1A - harde bekleding met binnenberm;
- variant 2A - harde bekleding met constructie;
- variant 3 - zachte bekleding en taludverflauwing, met binnenberm.

Onderstaande tabel geeft een overzicht van de effecten van de varianten, met name op de punten waarop de varianten zich onderscheiden.

Tabel 6.9 Een overzicht van de onderscheidende effecten van de varianten voor sectie 7b

Effecten	Variant 1A	Variant 2A	Variant 3
<b>Kosten</b>			
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- de investeringskosten van variant 1A zijn iets lager dan variant 2A en fors lager dan variant 3;</li> <li>- investeringskosten van een volgende versterking zijn naar verwachting vergelijkbaar zijn met nu;</li> <li>- de onderhoudskosten zijn vergelijkbaar met de huidige situatie, vanwege toepassing van hetzelfde type materialen en oppervlakten.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- de investeringskosten van variant 2A zijn iets groter dan de kosten voor variant 1A. De kosten voor de damwand zijn hoger dan de besparing op de hoeveelheid grondverzet;</li> <li>- investeringskosten van een volgende versterking zijn naar verwachting vergelijkbaar zijn met nu;</li> <li>- de totale levensduurkosten over 100 jaar (inclusief onderhoudskosten) zijn iets groter dan de levensduurkosten over 100 jaar voor variant 1A;</li> <li>- de onderhoudskosten zijn lager dan in variant 1A, vanwege een kleinere oppervlakte grasbekleding.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- de investeringskosten voor de dijkversterking zijn lager of hoger (factor 0,8 tot 1,6) dan voor variant 1A, afhankelijk van de te realiseren kleilaagdikte en de eenheidsprijs voor klei;</li> <li>- een volgende versterking bestaat naar verwachting uit het aanbrengen van een laag klei. De verwachte investeringskosten daarvan zijn naar verwachting veel lager dan de huidige investeringskosten;</li> <li>- de totale levensduurkosten over 100 jaar (inclusief onderhoudskosten) zijn hierdoor gelijk of lager aan de levensduurkosten over 100 jaar van variant 1A, met een factor 0,6 tot 1,0;</li> <li>- de onderhoudskosten van deze variant zijn hoger (factor 1,3) dan de onderhoudskosten van variant 1A vanwege de grotere oppervlakte grasbekleding.</li> </ul>
<b>Milieueffecten</b>			
Hoogwaterveiligheid	geen toename flexibiliteit	minder flexibiliteit door constructie	zeer flexibel
Energie en materialen	<ul style="list-style-type: none"> <li>- MKI-waardes zijn tot ca. 1,2x zo groot als 2A;</li> <li>- energievraag is 1,5x zo groot als 2A;</li> <li>- vrijkomend materiaal minder goed te hergebruiken (25 %);</li> <li>- aandeel primair materiaalgebruik is hoog (78 %).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- laagste MKI-waardes;</li> <li>- laagste energievraag;</li> <li>- vrijkomend materiaal goed te hergebruiken (50 %);</li> <li>- aandeel primair materiaalgebruik is hoog (75 %).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- MKI-waardes zijn ca. 2,3x zo groot;</li> <li>- energievraag is 3x zo groot;</li> <li>- vrijkomend materiaal minder goed te hergebruiken (39 %);</li> <li>- aandeel primair materiaalgebruik is hoog (81 %).</li> </ul>

Effecten	Variant 1A	Variant 2A	Variant 3
Natuur - aanlegfase	voor alle varianten (zeer) negatieve effecten in aanlegfase		
Natuur - ontwerp	- ruimtebeslag binnendijks; - naast (zeer) negatieve effecten op beschermde en Rode Lijstsoorten, ook zeer negatieve effecten op Vogelrichtlijnsoorten en weidevogel en ganzenfoeragegebied.	geen extra ruimtebeslag, (zeer) negatieve effecten op beschermde en Rode Lijstsoorten	- ruimtebeslag in Natura 2000-gebied; - naast (zeer) negatieve effecten op beschermde en Rode Lijstsoorten, ook zeer negatieve effecten op habitattypen, Vogelrichtlijnsoorten, NNN, weidevogel en ganzenfoeragegebied, en KRW; - biedt kansen voor natuurontwikkeling (beschermde en Rode Lijstsoorten, en in het algemeen).
Bodem en water	geen effecten	mogelijk negatief effect door constructie op grondwaterkwantiteit	geen effecten
Landschap en erfgoed	(zeer) negatieve effect op belevingswaarde dijk en omgeving en archeologische (verwachtings)waarden	negatieve effecten op landschapstype- en structuur, ruimtelijk-visuele kenmerken, belevingswaarde dijk en omgeving, en archeologische (verwachtings)waarden	(zeer) negatieve effecten landschapstype- en structuur, archeologische en aardkundige (verwachtings)waarden, belevingswaarde dijk en omgeving
Gebruiks-functies	negatief effect landbouwareaal en werkkwaliteit, zeer positief effect versterkte gebruikswaarde en toekomstwaarde	zeer positief effect versterkte gebruikswaarde en toekomstwaarde	negatief effect landbouwareaal en werkkwaliteit, positieve invloed op de recreatiekwaliteit, zeer positief effect versterkte gebruikswaarde en toekomstwaarde
<b>Beheer</b>			
	vergelijkbaar met huidige situatie	constructie vormt belemmering voor onderhoud	meer inspanning nodig voor zachte bekleding, beheerareaal neemt aanzienlijk toe
<b>Ruimtelijke kwaliteit</b>			
	asfaltbekleding is niet gewenst	zichtbare constructie is niet gewenst	gewenste variant
<b>Omgeving</b>			
	alle varianten bieden mogelijkheden voor meekoppelkansen		

### Kosten

Variant 3 is, afhankelijk van de bandbreedte, de duurste variant. De ruime bandbreedte in kosten van variant 3 wordt veroorzaakt door een nog onzekere optimalisatie in de kleidikte en daarmee de benodigde hoeveelheid klei en in onzekerheid over de beschikbaarheid van gebiedseigen grond. In deelgebied 7b (niet-bebouwd) is een voorland aanwezig, waaraan weinig aanpassingen nodig zijn voor variant 3. Daarnaast hoeft in variant 3 geen kruinverhoging uitgevoerd te worden, waar dat in variant 1A en 2A wel nodig is. Hierdoor is het kostenverschil tussen de varianten met een harde bekleding (variant 1A en 2A) en variant 3 in dit deelgebied relatief klein.

De investeringskosten van variant 2A zijn hoger, maar de onderhoudskosten van variant 1A zijn hoger. Als zowel de investerings- als onderhoudskosten meegenomen worden, dan is variant 1A goedkoper dan variant 2A.



Mogelijk kan het ontwerp van variant 3 geoptimaliseerd worden, dan is deze variant de goedkoopste variant, op zowel de korte als de lange termijn.

## Milieueffecten

### Hoogwaterveiligheid

De uitvoerbaarheid van de varianten is in gelijke mate complex (-). Ook de robuustheid is niet onderscheidend (+). Variant 3 (zachte bekleding en voorland) is in een volgende dijkversterking eenvoudiger en waarschijnlijk goedkoper te versterken en daardoor scoort deze variant het best op flexibiliteit (++). Variant 2A (harde bekleding en constructie) brengt een constructie aan, wat leidt tot verminderde flexibiliteit (-).

Varianten 1A (harde bekleding binnenberm) heeft een vergelijkbare beheerbaarheid als in de referentiesituatie. Variant 2A (harde bekleding en constructie) en 3 (zachte bekleding en voorland) worden het slechtst beoordeeld op beheerbaarheid.

### Energie en materialen

De MKI-waarden van de varianten met een harde bekleding zijn lager dan van variant 3 (zachte bekleding en voorland). Variant 3 heeft alleen op lange termijn (100 jaar of meer) een gelijkwaardige MKI-waarde wanneer de variant kan worden geoptimaliseerd door gebruik van een kleinere kleilaagdikte, lokaal winnen van klei, en het voorland natuurlijk aangroeit bij zeespiegelstijging waarbij het voorland initieel beperkt wordt aangelegd. Alle varianten gebruiken in de aanlegfase meer energie dan in de referentiesituatie. De energievraag in variant 1A (harde bekleding en binnenberm) en 3 is hoger door het vervoer van grond en klei voor de berm in het binnentalud en in variant 3 ook de klei op het buitentalud.

### Natuur

Variant 2A (harde bekleding en constructie) heeft de minst negatieve effecten op natuur, omdat variant 2A geen extra ruimtebeslag nodig heeft. Variant 2A veroorzaakt negatieve effecten op beschermde (-), Rode Lijstsoorten (--), en kansen voor natuurontwikkeling (-). De andere twee varianten hebben deze negatieve effecten ook. Variant 1A (harde bekleding en binnenberm) heeft hierop aanvullend een zeer negatieve beoordeling (--) voor Vogelrichtlijnsoorten en weidevogel- en ganzenfoeragegebied.

Variant 3 (zachte bekleding en voorland) heeft op vrijwel alle natuurcriteria (habitattypen, Vogelrichtlijnsoorten, beschermde soorten, Rode Lijstsoorten, NNN, weidevogel- en ganzenfoeragegebied, KRW, kansen voor natuurontwikkeling) in eerste instantie (zeer) negatieve effecten.

In variant 3 is er verbetering voor leefgebieden beschermde soorten en Rode Lijstsoorten op de brede, groene dijk en/of het voorland (+). Ook zijn er kansen voor natuurontwikkeling (++). Omdat positieve en negatieve effecten niet gemiddeld mogen worden, is de keuze voor variant 3 minder voor de hand liggend.

De aanlegfase van alle varianten veroorzaakt zeer negatieve effecten op Natura 2000 (habitattypen, Vogelrichtlijnsoorten) en negatieve effecten voor beschermde soorten, NNN en weidevogel- en ganzenfoeragegebied (-). Variant 2A (harde bekleding en constructie) heeft door het aanbrengen van de constructie een zeer negatieve invloed op habitatsoorten en beschermde soorten (--).

### Bodem en water

Er worden geen effecten verwacht.

### Landschap en erfgoed

Alle varianten hebben mogelijk (zeer veel) ruimtebeslag op archeologische (verwachtings)waarden (--, en - voor 2A). Ook tasten ze allen de belevingswaarde aan (-). Variant 1A (harde bekleding en binnenberm) heeft verder geen effecten op landschap en erfgoed. Variant 2A (harde bekleding en constructie) heeft effect op landschapstype en -structuur en ruimtelijk-visuele kenmerken (-). Variant 3 (zachte bekleding en voorland) heeft zeer negatieve effecten op landschapstype en -structuur en aardkundige waarden (--).

### Gebruiksfuncties

Varianten 1A (harde bekleding en binnenberm) en 3 (zachte bekleding en voorland) zorgen voor aantasting van landbouwareaal (-) en erven (-). De aanleg voor voorland in variant 3 heeft een positieve invloed op de recreatiekwaliteit, doordat het buitentalud vergroent (+). Alle varianten hebben mogelijkheden voor multifunctioneel gebruik en/of meekoppelkansen (++).

### Beheer

Voor variant 1A blijft het beheer vergelijkbaar met de huidige situatie. Bij variant 2A zorgt de constructie voor belemmeringen bij het beheer en daarmee verslechtert de beheerbaarheid. De beheerinspanning voor variant 3 neemt aanzienlijk toe door het grotere areaal. .

### Ruimtelijke kwaliteit

Voor dijksectie 7b heeft variant 3 (zachte bekleding en voorland) de voorkeur. Gezien het buitendijkse landschap (een begroeid voorland) is een harde bekleding minder passend. Varianten 1A en 2A worden daarom beoordeeld als 'liever niet'.

### Omgeving

Er zijn geen onderscheidende effecten tussen de varianten voor dit thema. Beide varianten bieden mogelijkheden voor meekoppelkansen.

### Afweging en keuze

Ondanks dat variant 3 overwegend negatief scoort op effecten op bestaande waarden kiest het Wetterskip voor deze variant. Zij hecht meer belang aan de grotere toekomstbestendigheid, de ruimtelijke kwaliteit en ziet in deze variant ook mogelijkheden om nieuwe waarden toe te voegen. Er wordt dus niet afgeweken van de redeneerlijn uit hoofdstuk 6. Het flauwe talud verkleint de hoeveelheid golfoverslag. Bij het vergroten van de steunberm worden maatregelen genomen om de erosiebestendigheid van kruin en binnentalud te verbeteren. Door deze combinatie is het niet nodig om de kruin te verhogen.

Het huidige voorland in sectie 7b is voor een groot gedeelte lang en hoog genoeg, waardoor het niet aangepast hoeft te worden. Op plaatsen waar het voorland nog niet hoog en lang genoeg is, wordt extra voorland aangelegd. Hierdoor wordt het voorland overal minimaal 380 m lang en gemiddeld minimaal 1 m boven NAP. Het voorland wordt gedeeltelijk onderdeel van de waterkering en krijgt daarmee een extra functie.

Een risico bij deze keus is de vergunbaarheid van variant 3 vanwege het ruimtebeslag in N2000 gebied, zie ook paragraaf 5.1. Het uiteindelijke ontwerp bepaalt in welke mate variant 3 een positieve impact heeft op natuurontwikkeling.

# 7

## AANDACHTSPUNTEN VOOR PLANUITWERKING

Vanuit de verschillende thema's binnen dit project zijn aandachtspunten geformuleerd voor de volgende fase.

### 7.1 Vanuit MER

Het MER wordt formeel in behandeling genomen tijdens het projectbesluit. Dit besluit wordt in de planuitwerking genomen. Toch zijn ook in de verkenning de milieueffecten onderzocht om onderdeel te kunnen zijn van de variantenafweging en daarmee de keuze voor het VKA. In de verkenningsfase zijn de varianten onderzocht en is op basis van het VKA een beoordeling gedaan op milieueffecten. Dit is het MER deel 1. De beknopte samenvatting hiervan staat in paragraaf 3.2.

In de planuitwerking wordt het voorkeursalternatief zoals in deze notitie voorgesteld verder ontworpen en gedetailleerd. Op basis van het gedetailleerdere ontwerp en de aanvullende effectbeoordeling worden de mitigerende, optimaliserende en compenserende maatregelen aangescherpt. Dit wordt gedaan in het MER deel 2. Hierbij wordt rekening gehouden met de aandachtspunten uit het MER deel 1. Hieronder is een kort overzicht opgenomen van deze aandachtspunten. In het MER deel 1 (bijlage 1), is in paragraaf 8.3 een uitgebreide uiteenzetting van de aandachtspunten voor de planuitwerking opgenomen.

*Nader onderzoek gericht op de volgende onderwerpen:*

- nader soortgericht onderzoek in het kader van de Wnb;
- nader of verkennend onderzoek naar bodemkwaliteit;
- nader onderzoek naar landschap en erfgoed, bijvoorbeeld de verbinding met op de dijk aansluitende structuren;
- actualisatie van archeologisch bureauonderzoek en toetsing in het veld van verwachtingen;
- onderzoek naar gevolgen van de aanlegfase voor de bewoners en gebruikers van het plangebied.

*Onderzoek naar mogelijke optimaliserende, mitigerende en compenserende maatregelen. Dit richt zich op de volgende onderwerpen:*

- duurzaamheid (energie en materialen);
- vernietiging van Natura 2000 habitattypen en leefgebied van Vogelrichtlijnsoorten;
- ecologische meerwaarde van voorlandversterking;
- verstoring van beschermde soorten;
- areaalverlies van Natuurnetwerk Nederland en weidevogel- en ganzenfoerageergebied buiten NNN;
- ontwikkelen van ecologisch relevant areaal in het kader van KRW;
- maatregelen die zijn voorgesteld naar aanleiding van de Systeemanalyse PAGW Waddenzeekust;
- aanpakken van verontreinigingen in de bodem aan buitendijkse zijde;
- maatregelen om de landschappelijke inpassing te verbeteren;
- beperken van gevolgen voor gebruikers en bewoners in de aanlegfase.

### 7.2 Vanuit ruimtelijke kwaliteit

Vanuit ruimtelijke kwaliteit zijn er voor dit gekozen VKA - in samenspraak met de werkgroep ruimtelijke kwaliteit - enkele aandachtspunten ofwel ontwerpgegevens die in de planuitwerkingsfase aandacht verdienen. Deze selectie is overigens niet uitputtend en ook tijdens de planuitwerkingsfase moet aandacht blijven voor ontwerpgegevens. De leidende waarden en bijbehorende ontwerprichtlijnen dienen hierbij als leidraad. Enkele van deze ontwerpgegevens zijn sectie overstijgend, die we hieronder kort benoemen. Voor de aandachtspunten per sectie verwijzen we naar het RKK (bijlage 2).

### Overgangen hard-zacht

Allereerst vragen de overgang tussen harde en zachte bekleding tussen de secties om een nadere uitwerking. Waar deze overgangen exact komen kan afwijken van de nu getekende overgangen. De overgang volgen bij voorkeur vanuit aanleidingen in het landschap zoals een weg, een dijkopgang of een gemaal. Het uitwerken van deze ontwerpgegevens past bij het detailniveau van de planuitwerkingsfase.

### Inrichting van het voorland

Ook moet de inrichting van het voorland nader uitgewerkt worden. Voor de ontwikkeling van het voorland ontstaan er vanuit de ecologie op sommige plaatsen kansen, maar soms ook bedreigingen. Vanuit ruimtelijke kwaliteit is het advies om zowel de dijk als het voorland zijn onderscheidende karakter te laten behouden.

### Inpassing meekoppelkansen

Er zijn in de verkenningsfase meerdere meekoppelkansen en inpassingsmaatregelen benoemd. Deze worden nader toegelicht in paragraaf 7.4. Bij de uitwerking van deze meekoppelkansen en inpassingsmaatregelen is het raadzaam om het ruimtelijk kwaliteitskader aan te houden. Het inzaaien van het buitentalud met een kruidenrijk mengsel heeft als gevolg dat de gehele dijk een andere uitstraling krijgt dan de groen/grijze dijk momenteel. Ook zijn er meerdere meekoppelkansen die gaan over het fietsen op de dijk en toeristische overstappunten. Belangen van recreatie, toerisme, leefbaarheid maar ook de kwaliteiten van rust, leegte en duisternis komen samen in het ontwerpen van dit soort knooppunten. Hier moet naar een passende vormgeving gekeken worden.

### De dorpen Wierum en Paesens-Moddergat

De ontwerpgegevens rondom Wierum en Paesens-Moddergat zijn in het ruimtelijk kwaliteitskader beschreven. De aanbeveling is om de secties bij deze dorpen in de planuitwerking gedetailleerder te bekijken en de dijkversterking te laten aansluiten op lokale karakteristieken door middel van maatwerkoplossingen. Hierbij moet er onder andere aandacht zijn voor de verbinding tussen het dorp en het wad door middel van de bestaande dijkopgangen.

## 7.3 Vanuit techniek

De aandachtspunten voor de planuitwerkingsfase vanuit techniek zijn onderverdeeld in aandachtspunten op basis van lopende onderzoeken en aandachtspunten voor de nadere uitwerking van het ontwerp. Voor het ontwerp geldt dat er in de planuitwerking nauwkeuriger gekeken wordt naar maatvoering maar ook materialen en de aansluiting tussen verschillende typen bekleding.

### Lopende onderzoeken

In de Deltagoot van Deltares worden twee onderzoeken uitgevoerd naar de erosiebestendigheid van de gras- en kleibekleding; één voor de golfklap- en één voor de golfploopzone. De onderzoeken zijn uitgevoerd onder omstandigheden die een maatgevende storm met zich meebrengt. De resultaten van de onderzoeken zijn nog niet vastgelegd en daarom nog niet meegenomen in de verkenningsfase. In de uitwerking van het VKA worden de uitkomsten van dit onderzoek meegenomen.

Dit uitkomsten van het onderzoek kunnen met name invloed hebben op de secties 2, 3, 4 en 7b, waarbij de veiligheidsopgave voor sectie 3 mogelijk helemaal vervalft. Uit het onderzoek in de Deltagoot blijkt dan dat de huidige kleibekleding op voldoende sterkte is en dus niet vervangen hoeft te worden. Voor de andere secties kan het effect hebben op de dikte van de kleilaag.

Bij secties 1, 5, 6 en 7a is er een mogelijkheid dat de verborgen bekleding (OSA) boven in het buitentalud niet nodig is.

### Nadere uitwerking ontwerp

In de planuitwerkingsfase wordt het ontwerp nader gedetailleerd. Aandachtspunten bij deze detaillering zijn hieronder per aspect beschreven.

- maatwerkoplossingen;
- overgangen;
- optimalisatie en detaillering ontwerp.

### Maatwerkoplossingen

Het ontwerp is gebaseerd op een representatieve dwarsdoorsnede per (sub)sectie. De inpassing van dit ontwerp over het dijktraject zal op het grootste deel van het traject makkelijk gaan, met alleen bijzondere situaties bij dijkovergangen en de dorpen.

Een aandachtspunt is de inpassing van het ontwerp in sectie 6b (Wierum). Het ontwerp met een binnenberm is uitgewerkt, maar op een deel van de sectie is een muur in de binnenteen aanwezig. Ter plaatse van de kerk van Wierum is een stabiliteitsberekening gedaan waaruit volgt dat de benodigde kruinverhoging past binnen het huidige profiel, waarbij de muur niet verhoogd hoeft te worden. In de planuitwerkingsfase worden meerdere snedes binnen Wierum uitgewerkt en getoetst op macrostabiliteit (binnenwaarts).

### Overgangen

De overgang van het dijkontwerp op de bestaande dijk bij het begin (Koehool, km 10,10) en het einde (Lauwersmeerdijk, km 57,40) van het traject is nog niet uitgewerkt. Ook zijn de overgangen tussen de secties nog niet uitgewerkt. Met name de overgangen tussen secties met een harde oplossing en een zachte oplossing vragen meer aandacht.

### Optimalisatie en detaillering ontwerp

Het huidige ontwerp is gebaseerd op een aantal uitgangspunten en wordt in een volgende ontwerpslag geoptimaliseerd door onder andere meerdere doorsnedes door te rekenen. Hierdoor kunnen onderdelen nog wijzigen, zoals: de dikte van de leeflaag, breedte buitenberm en locatie van het inspectiepad bij de zachte variant.

In het ontwerp is in sectie 7b het bestaande voorland niet van voldoende lengte om de dijk te laten voldoen aan de waterveiligheidsnorm. Ook is het nog niet zeker of het voorland in 2073 (over 50 jaar) nog voldoende hoog is. Op basis van de berekeningen in de verkenningsfase moet het voorland in sectie 7b zowel verlengd als lokaal opgehoogd worden. Mogelijk volgt uit een nadere analyse dat deze lokale maatregelen niet nodig zijn.

## 7.4 Inpassingsmaatregelen en meekoppelkansen

Vanuit het gebiedsproces zijn verschillende initiatieven geselecteerd en in de verkenningsfase verder uitgewerkt. Van een aantal inpassingsmaatregelen en meekoppelkansen is op basis van een eerste beschrijving, de milieueffecten globaal in beeld gebracht. De besluitvorming over de meekoppelkansen vindt plaats in de planuitwerkingsfase, omdat er een gedetailleerdere uitwerking en raming nodig is.

De onderstaande meekoppelkansen en inpassingsmaatregelen zijn gedefinieerd in de verkenningsfase. Van deze maatregelen en kansen zijn ook de globale milieueffecten beoordeeld, deze zijn te vinden in het MER (bijlage 1):

- **getijdenpoelen in teenbestorting**  
de getijdenpoelen in de teenbestorting is een bouwsteen uit het bouwstenenboek ecologie en past binnen de PAGW-opgave. Het is een waterdichte bak in de getijdenzone waarin tijdens laagwater

zeewater blijft staan. Het doel van een getijdenpoel is vestigingsmogelijkheden voor diverse organismen creëren;

- **kruidenrijke vegetatie op dijk**  
vanuit de PAGW-opgave is een natuurlijke vegetatie op de dijk een inpassingsopgave. Het doel van kruidenrijke vegetatie op de dijk is om de biodiversiteit te vergroten;
- **verbeteren van onderwaterstructuur (los van de dijk)**  
Vanuit de PAGW-opgave is het verbeteren van de onderwaterstructuur een inpassingsopgave. Een gunstige leefomgeving maken voor speciale inheemse soorten en het versterken van de biodiversiteit is hierbij het doel;
- **hard substraat op dijk**  
vanuit de PAGW-opgave is het aanleggen van hard substraat op de dijk een inpassingsopgave. Hard substraat op de dijk is een maatregel om de onderwaterstructuur te versterken. Het doel is om de biodiversiteit te vergroten door een gunstige leefomgeving te maken voor speciale inheemse soorten, bijvoorbeeld bekleding met een ecotoplaag of holtes en gaten in de bekleding. Een ecotoplaag heeft een poreuze ruwe eigenschap waardoor deze goed begroeibaar wordt. Het gaat om de bekleding aan de buitendijkse zijde;
- **struiken op de dijk;**  
deze inpassingsopgave is ingebracht via het Inbeeld platform. Struiken kunnen een schuilplaats bieden voor dieren. De inpassing van de struiken is afhankelijk van het type bekleding: harde of zachte bekleding;
- **gebruik basaltzuilen (basaltdklaag)**  
Toepassen van een basaltdklaag op de betonzuilen, mogelijk in secties met een harde bekleding (secties 1, 5, 6 en 7a);
- **broedeilanden buitendijks**  
vanuit de PAGW-opgave is de meekoppelkans broedvogeleilanden ingediend met als doel om meer broedgelegenheden te creëren voor vogels. Er zijn verschillende vormen van vogeleilanden, die onder deze bouwsteen geclusterd zijn, namelijk de hoogwatervluchtplaats en het broedvogeleiland;
- **getijdenpoelen buitendijks (voorland);**  
vanuit de PAGW-opgave is de meekoppelkans getijdenpoelen in het voorland ingediend. Het doel van een getijdenpoel is vestigingsmogelijkheden voor diverse organismen creëren (los van de dijk). Kan in secties 5, 6 en 7 bij bestaand voorland;
- **geulen in de kwelder**  
vanuit de PAGW-opgave is de meekoppelkans geulen in de kwelders ingediend. Het graven van geulen levert materiaal voor de dijkversterking op en kan daarnaast bijdragen aan een meer geleidelijke overgang tussen het Waddengebied en het land, wat kansen biedt voor de ecologie;
- **vispassages**  
vanuit de PAGW-opgave is de meekoppelkans vispassages ingediend om de visinfrastructuur te verbeteren. Een schuif, stuw, gemaal of vishevel waarbij zoet- en zoutwater kunnen vermengen en vissen vrij kunnen passeren;
- **brede teensloot met flauw talud (sectie 1)**  
de meekoppelkans brede teensloot met flauw talud valt onder de initiatieven vanuit PAGW, omdat het bijdraagt aan een geleidelijke overgang tussen het Waddengebied en het land. Verbreding van de dijksloot levert tevens meer ruimte op voor recreatievaart in het gebied;
- **op paad lans it Waad**  
de meekoppelkans Op paad lans it Waad is ingebracht door een consortium omgevingspartijen waarvan gemeente Waadhoeke initiatiefnemer is. Op paad lans it Waad bestaat uit het mogelijk maken van recreatief fietsen langs de Waddenzeekust.

### Inzichten uit systeemanalyse ecologie

Een aantal van bovenstaande inpassingmaatregelen en meekoppelkansen dragen positief bij aan de ecologie op of rond de dijk. Vanuit de PAGW is een ecologische systeemanalyse uitgevoerd om nader inzicht te krijgen in de opgaven in het Waddenzeegebied op het gebied van ecologie. Uit de systeemanalyse komen de volgende inzichten:

- met name het faciliteren van geulen in de kwelder, ten behoeve van de kwelderdynamiek, hard substraat op de dijk en getijdenpoelen (in voorland of in teenbestorting) dragen bij aan het verbeteren van de knelpunten van de Waddenzee (zie systeemanalyse);

- de meekoppelkansen broedvogeleilanden buitendijks en verbeteren van onderwaterstructuur (los van de dijk) hebben ook een bijdrage aan de ecologische toestand, waarbij wel rekening dient te worden gehouden met de huidige natuur ter plaatse. Zo kan een broedvogeleiland buitendijks ten koste gaan van aanwezige foerageergebieden voor vogels, waardoor het netto ecologische effect minder groot is;
- het toepassen van vispassages draagt bij aan het verzachten van de randen van het wad. Hierbij is met name relevant in welke mate deze passage onderdeel is van een zoet-zout overgang, met geleidelijke gradiënt. Wanneer de vispassage onderdeel is van een grotere gebiedsingingreep, zoals de meekoppelkans brede teensloot met flauw talud, waarbij ook oog is voor waterkwaliteit, draagt dit sterker bij aan de ecologie dan wanneer de initiatieven los van elkaar worden toegepast;
- kruidenrijke vegetatie op dijk of struiken op de dijk dragen in beperkte mate bij aan de ecologie, aangezien hierbij vooral flora en insecten gebaad zijn. De meerwaarde voor het ecosysteem Waddenzee is aanwezig, maar beperkt vergeleken met eerdergenoemde maatregelen;
- voor de overige maatregelen is de ecologische bijdrage zeer beperkt of niet aanwezig. Het gebruik van betonzuilen met een basalt deklaag zal in alle waarschijnlijkheid niet leiden tot significant betere ecologische ontwikkeling op de dijk.

### Fietsroute Op Paad lâns it Waad

De meekoppelkans 'Op Paad lâns it Waad' is een initiatief van de gemeenten Harlingen, Waadhoeke, Noardeast-Fryslân en Wetterskip Fryslân. Het doel is om een doorgaande fietsroute te creëren langs de zeedijk. De route moet bestaande en toekomstige voorzieningen verbinden. De route is in twee gedeelten geknipt, waarbij het dijktraject Koehool-Lauwersmeer als laatst wordt gerealiseerd samen met de dijkverbetering in 2028. Een aandachtspunt voor verdere uitwerking is het effect van de fietsroute op de omgeving en natuur. Dit wordt nader onderzocht in de planuitwerkingsfase.

## 7.5 Vanuit duurzaamheid

In de verkenningfase is de aanpak duurzaam GWW<sup>1</sup> doorlopen. Met de belangrijkste gebiedspartners zijn de duurzaamheidsambities vanuit de omgeving geïnventariseerd. Op basis van deze inventarisatie hebben de volgende duurzaamheidsthema's een ambitieniveau drie gekregen in het Ambitiweb: energie, materialen, water, sociale relevantie en investeringen. Naast het in beeld brengen van de fysieke systemen waarop de dijkversterking ingrijpt, zijn binnen deze thema's verschillende onderzoeken uitgevoerd die onder andere tot de volgende resultaten hebben geleid: mogelijke adaptatiepaden voor toekomstige dijkversterkingen, inzicht in de materiaalstromen per variant, inzicht in welke mate materiaalstromen gesloten kunnen worden en de bandbreedte van MKI-waarden per variant. De onderzoeken geven richting voor de planuitwerkingsfase om maximale winst te behalen bij het nader uitwerken van het VKA.

In de planuitwerkingsfase wordt met name ingezet op de thema's met ambitieniveau drie, zonder de andere thema's uit het oog te verliezen. Om de geformuleerde ambities te realiseren worden onder andere de volgende werkzaamheden uitgevoerd: optimaliseren van het ontwerp (beperken materiaalvraag), in beeld brengen beschikbaarheid van grond uit de omgeving (gebiedseigen grond), op stellen grondstromenplan en uitvoeringsplan (verkleinen transportafstanden), ontwerp inpassen in de omgeving (ecologie) en formuleren van contracteisen en beoordelingscriteria voor de te selecteren aannemer (zoals in te zetten materieel).

---

<sup>1</sup> Deze aanpak is te lezen op de volgende website: <https://www.duurzaamgww.nl/>





Bijlage(n)





## BIJLAGE: MER DEEL 1





## BIJLAGE: RUIMTELIJK KWALITEITSKADER





