

Dijkverbetering Lith-Bokhoven

Dijk met maatschappelijke meerwaarde



Nota mogelijke alternatieven

In samenwerking met:

Provincie Noord-Brabant



's-Hertogenbosch

GEMEENTE  **Oss**

Project Hoogwaterbeschermingsprogramma Verkenning Lith-Bokhoven
Opdrachtgever Waterschap Aa en Maas
Opdrachtnemer Witteveen+Bos/Haskoning

Document 05.07 Nota mogelijke alternatieven
Status Definitief 03 - 100 %-versie
Datum 29 augustus 2025
Referentie 138415/25-013.479

Projectcode 138415

Adres Witteveen+Bos Raadgevende ingenieurs B.V.
Leeuwenbrug 8
Postbus 233
7400 AE Deventer
+31 (0)570 69 79 11
www.witteveenbos.com
KvK 38020751

© Witteveen+Bos

Niets uit dit document mag worden verveelvoudigd 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. Tekst- en datamining van (delen van) dit document, evenals enige verwerking of reproductie ervan door middel van kunstmatige intelligentie technologieën is uitdrukkelijk niet toegestaan, behoudens schriftelijk anders overeengekomen. Dit document (of delen ervan) mag niet worden verveelvoudigd en/of anderszins worden gebruikt op enigerlei wijze voor het trainen van kunstmatige intelligentie technologieën, 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

	SAMENVATTING	7
1	INLEIDING OP HET PROJECT EN LEESWIJZER	24
1.1	Dijkverbetering Lith-Bokhoven	24
1.2	Stap voor stap toewerken naar het voorkeursalternatief	25
1.3	Doel van dit document en leeswijzer	26
2	CONTEXT EN PROJECTGEBIED	27
2.1	Context van het project	27
2.2	Kenmerken en kwaliteiten van het gebied	29
3	OPGAVEN EN DOELEN	36
3.1	Opgaven	36
3.1.1	Waterveiligheidsopgave	36
3.1.2	Inpassingsopgave	39
3.2	Doelen	40
4	TRECHTEREN NAAR HET VOORKEURSALETERNATIEF	43
4.1	Met een ontwerpend onderzoek naar het voorkeursalternatief	43
4.2	Samen met de partners en omgeving	45
4.2.1	Intensieve samenwerking met partners via integrale ontwerpoverleggen	45
4.2.2	Informeren en betrekken omgeving	45
4.3	In vier ontwerpstappen naar het voorkeursalternatief	46
4.4	Beoordeling met een afwegingskader en redeneerlijn	47
4.4.1	Afweging en afwegingskader	47
4.4.2	Redeneerlijn voor herleidbare keuzes	49
4.4.3	Nadere toelichting betaalbaarheid	51
5	SAMENSTELLING EN PRESENTATIE MOGELIJKE ALTERNATIEVEN	52
5.1	Technische en ruimtelijke bouwstenen	52

5.2	Samenstelling mogelijke alternatieven uit doelen, bouwstenen en inbreng omgeving	55
5.2.1	Samenstelling van mogelijke alternatieven aan de hand van projectdoelen en verhaallijnen	55
5.2.2	Toepassing Redeneerlijn en afgevallen bouwstenen	55
5.2.3	Inbreng vanuit de omgeving	56
5.3	Uitwerking Vier mogelijke alternatieven	58
5.3.1	Mogelijk alternatief 1 – Zorgvuldig voortbouwen	58
5.3.2	Mogelijk alternatief 2 – Kringloop sluiten	61
5.3.3	Mogelijk alternatief 3 – Gebruikers bedienen	64
5.3.4	Mogelijk alternatief 4 – Slim meebewegen	67
5.3.5	Overzicht van de vier mogelijke alternatieven	71
6	INZICHTEN EN AFWEGINGEN MOGELIJKE ALTERNATIEVEN	75
6.1	Overzicht afweging vier mogelijke alternatieven	75
6.2	Inzichten: mogelijk alternatief 1 – Zorgvuldig voortbouwen	78
6.2.1	Doelbereik	78
6.2.2	Maakbaarheid	79
6.2.3	Vergunbaarheid	79
6.2.4	Dijkdorpen, Henriëttewaard en Stad-Uiterwaardverbinding	80
6.3	Inzichten: mogelijk alternatief 2 – Kringloop sluiten	81
6.3.1	Doelbereik	81
6.3.2	Maakbaarheid	82
6.3.3	Vergunbaarheid	82
6.3.4	Dijkdorpen, Henriëttewaard en Stad-Uiterwaardverbinding	83
6.4	Inzichten: mogelijk alternatief 3 – Gebruikers bedienen	84
6.4.1	Doelbereik	84
6.4.2	Maakbaarheid	85
6.4.3	Vergunbaarheid	85
6.4.4	Dijkdorpen, Henriëttewaard en Stad-Uiterwaardverbinding	86
6.5	Inzichten: mogelijk alternatief 4 – Slim meebewegen	87
6.5.1	Doelbereik	87
6.5.2	Maakbaarheid	88
6.5.3	Vergunbaarheid	88
6.5.4	Dijkdorpen, Henriëttewaard en Stad-Uiterwaardverbinding	89
6.6	Conclusies en inzichten	90
6.6.1	Overkoepelende inzichten en conclusies	90
6.6.2	Dijkdorpen	92
6.6.3	Henriëttewaard	94
6.6.4	Stad-uiterwaardverbinding	96
7	AANZET KANSRIJKE ALTERNATIEVEN	97
7.1	Totstandkoming kansrijke alternatieven	97
7.2	Essentie van twee kansrijke alternatieven	98
7.2.1	Sturende concepten van twee kansrijke alternatieven	98

	7.2.2 Sturende elementen kansrijke alternatieven	99
8	REFERENTIES	102
	Laatste pagina	102
	Bijlage(n)	Aantal pagina's
I	Kaarten mogelijke alternatieven	8
II	Overzicht onderliggende documenten	1

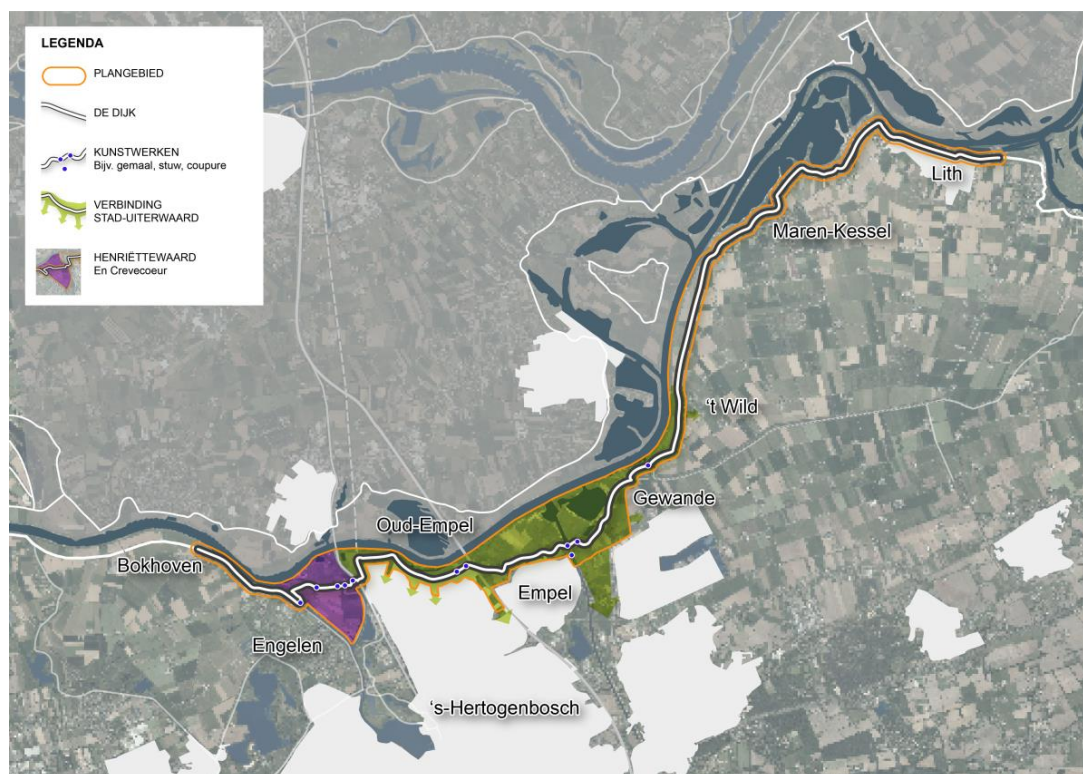
SAMENVATTING

Het project dijkverbetering Lith-Bokhoven

Om Nederland ook in de toekomst te beschermen tegen hoogwater zijn in 2017 nieuwe normen voor waterveiligheid vastgesteld. Om aan deze normen te voldoen moeten veel dijken in Nederland, waaronder die tussen Lith en Bokhoven, worden versterkt. De dijkverbetering Lith-Bokhoven is onderdeel van het Hoogwaterbeschermingsprogramma (HWBP) waarin waterschappen samenwerken met het Rijk om dijken – en dus Nederland – veilig te houden. Waterschap Aa en Maas is de initiatiefnemer voor de dijkverbetering Lith-Bokhoven.

De dijkverbetering Lith-Bokhoven heeft als belangrijkste doel het vergroten van de waterveiligheid. Dit doen we door de dijk te verbeteren, met aandacht voor de ruimtelijke kwaliteit van de dijk in zijn context. Bij de start van de verkenning is geconstateerd dat ambities van gemeenten 's-Hertogenbosch, gemeente Oss en de provincie Noord-Brabant synergie hebben met de dijkverbetering. De ambities zijn vertaald naar doelen voor de verkenningfase en deze worden integraal meegenomen in het ontwerpproces. Daarmee is gekozen voor een integrale aanpak van het project. Tijdens de verkenningfase onderzoeken we in welke mate deze doelen kunnen worden gerealiseerd en welk samenhangend pakket aan maatregelen daarbij past. Het projectgebied is daarmee ook groter dan alleen de dijk. Het gaat dan om een groot deel van de uiterwaarden, om de Henriëttewaard en de binnendijkse zone tussen dijk en de stad 's-Hertogenbosch.

Afbeelding 1 Overzicht projectgebied dijkverbetering Lith-Bokhoven



Deze Nota mogelijke alternatieven en fasen dijkverbetering

De dijkverbetering Lith-Bokhoven is opgedeeld in drie afzonderlijke fasen: de verkenningfase, planuitwerkingsfase en realisatiefase. Het project bevindt zich nu in de verkenningfase, waar wordt toegewerkt naar het ontwerp voor de dijk op hoofdlijnen, het voorkeursalternatief (VKA).

Binnen de verkenningfase werken we in vier stappen toe naar het voorkeursalternatief:

- stap 1: doelen en bouwstenen;
- Stap 2: ontwerpen en afwegen van mogelijke alternatieven;

- stap 3: ontwerpen en afwegen van kansrijke alternatieven;
- stap 4: afweging en samenstellen van een voorkeursalternatief (VKA).

Het rapport dat u nu leest, de Nota mogelijke alternatieven, is het gezamenlijke resultaat van stap 1 en 2.

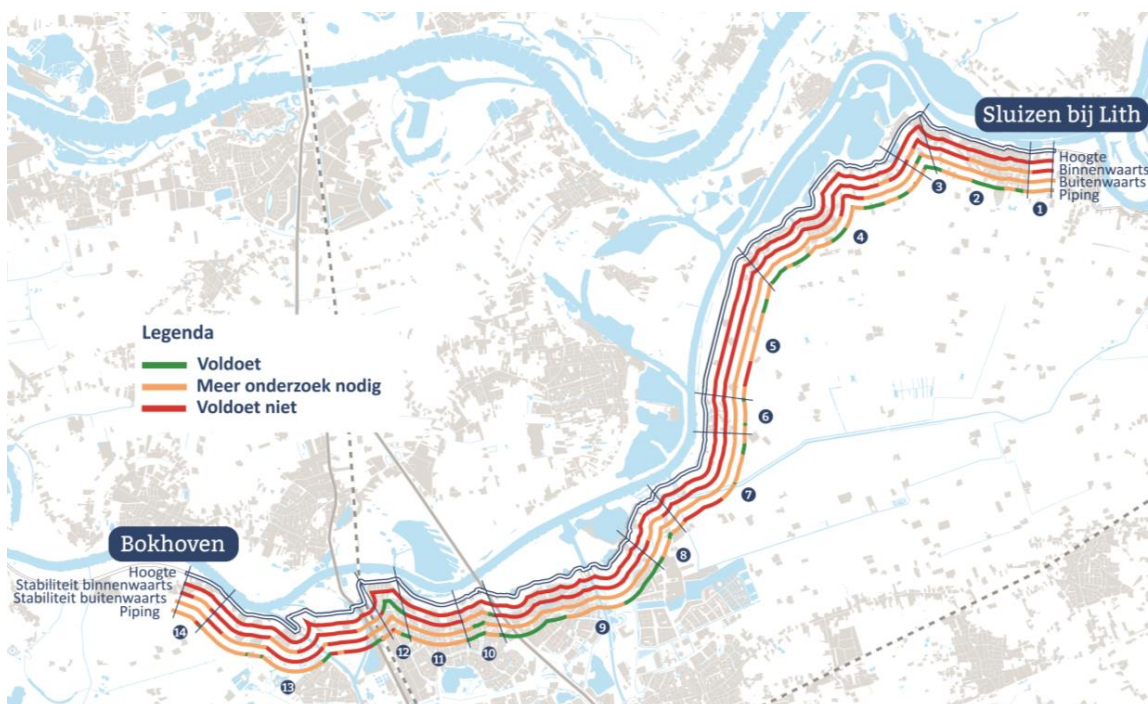
Context en projectgebied

Met het project Lith-Bokhoven staan we voor een uitdagende dijkverbetering. In de dijkdorpen staat veel (monumentale) bebouwing op of direct aan de dijk. Ook liggen er op verschillende plekken wielen die mogelijkheden voor buitendijkse maatregelen beperken. In de uiterwaarden en aan de binnendijkse zijde van de dijk wisselen recreatieve en natuurlijke functies elkaar af. Bovendien zijn er veel erfgoed-, cultuurhistorische en archeologische waarden in het landschap aanwezig die het verhaal van het gebied vertellen. Het is een uitdaging om met een ontwerp voor een veilig en goed ingepaste dijk te komen.

Waterveiligheidsopgave en inpassingsopgave

De dijk dient te voldoen aan de nieuwe wettelijke veiligheidsnormen voor primaire waterkeringen die in 2017 zijn vastgesteld. Voor de dijk tussen Lith en Bokhoven is in de Omgevingswet een maximale toelaatbare overstromingskans van 1 op 3.000 per jaar vastgesteld. De dijk tussen Lith en Bokhoven is afgekeurd op de faalmechanismen hoogte, macro-instabiliteit binnenwaarts en buitenwaarts en piping en heave. Naast deze opgave zijn verschillende waterkerende constructies afgekeurd. De afbeelding hieronder toont de waterveiligheidsopgave voor het zichtjaar 2080 (de waterkerende constructies zijn hierop niet weergegeven). Tijdens de verkenningsfase wordt de waterveiligheidsbeoordeling verder aangescherpt op basis van aanvullende onderzoeken.

Afbeelding 2 Aanscherping waterveiligheidsopgave voor zichtjaar 2080, bovenaanzicht



Naast de waterveiligheidsopgave heeft een dijkversterkingsproject ook altijd een inpassingsopgave. De inpassingsopgave heeft als doel 'de essentiële waarden van het gebied tenminste op gelijk niveau houden'. Dit is voor de dijkverbetering Lith-Bokhoven vertaald naar drie leidende ontwerpprincipes:

- de dijk is een herkenbaar lint gelegen in een gevarieerde omgeving van stad, landelijke gebieden en dijkdorpen;
- de dijk is de hoofdroute van recreatieve netwerken;
- de dijk heeft een verhaal: aandacht voor bijzondere elementen en ensembles.

Doelen

De hoofddoelstelling van het project dijkverbetering Lith-Bokhoven is het laten voldoen van de primaire waterkering tussen de stuw Lith en het dorp Bokhoven aan de landelijke normen voor primaire waterkeringen en het inpassen van de bestaande waarden en functies, zodat de waterveiligheid voor bewoners en bedrijven in 's-Hertogenbosch, Oss en omgeving gewaarborgd is. Daarbij zijn er de volgende doelstellingen:

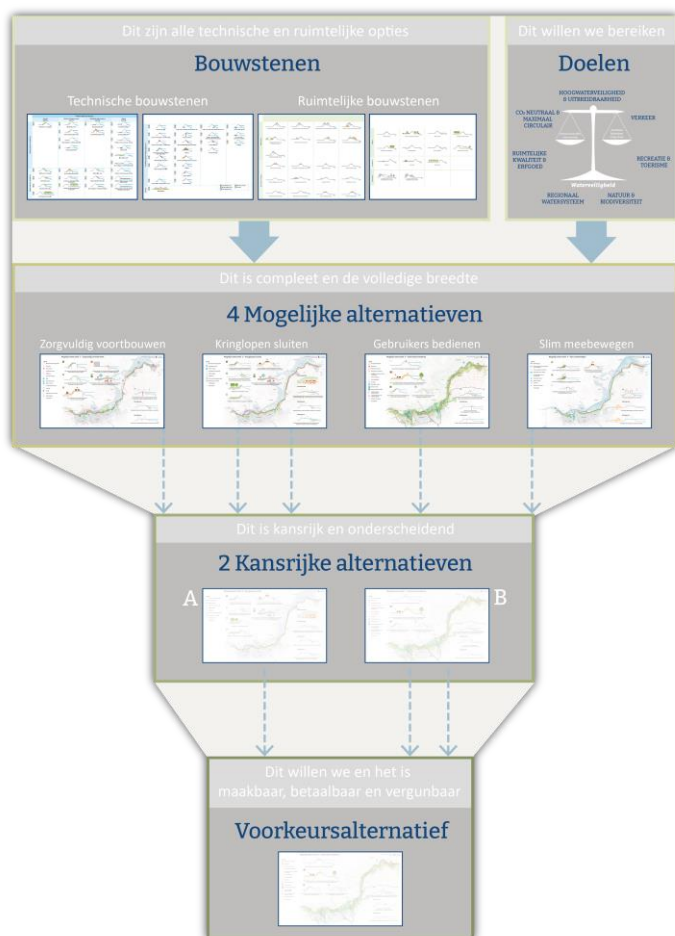
- verbeteren van de dijk zodat deze voldoet aan de wettelijke norm;
- het verbeteren van het verkeer op de dijk;
- verbeteren van recreatiemogelijkheden en versterken van toerisme;
- versterken van de natuur en biodiversiteit;
- beperken overstrooming vanuit het regionale watersysteem;
- ruimtelijke kwaliteit verbeteren en erfgoed beleefbaar maken;
- het realiseren van een CO2-neutraal en maximaal circulair project.

Trechteren naar het voorkeursalternatief

In verschillende stappen wordt toegewerkt naar het voorkeursalternatief voor de dijkverbetering. Het voorkeursalternatief bevat op z'n minst de hoofdkeuzes voor het ontwerp (bijvoorbeeld binnenwaarts of buitenwaarts versterken) en geeft duidelijkheid over het maximale ruimtebeslag. Via een iteratief proces zal worden getrechtered van vier mogelijke alternatieven naar een tweetal kansrijke alternatieven en uiteindelijk naar het voorkeursalternatief (zie figuur). De kansrijke alternatieven en het voorkeursalternatief worden samengesteld op basis van de beste componenten vanuit de voorgaande alternatieven (er is dus geen keuze voor één mogelijk of één kansrijk alternatief). Het breed verkennen en tussentijds expliciet afwegen van ontwerpkeuzes zorgt ervoor dat zorgvuldige en navolgbare besluitvorming kan plaatsvinden.

Gedurende het ontwerpproces vinden afwegingen plaats om te bepalen welke onderdelen in de alternatieven verder worden onderzocht en welke afvallen. Om dit navolgbaar te doen wordt gebruik gemaakt van een afwegingskader wat vooraf is vastgesteld. Op hoofdlijnen wordt het ontwerp daarin beoordeeld op doelbereik, maakbaarheid, betaalbaarheid en vergunbaarheid. Naast dat onderdelen afvallen na beoordeling kiezen we in sommige gevallen om op voorhand een bepaalde ontwerpoplossing uit te sluiten. Dit gebeurt op basis van een redeneerlijn die wordt aangescherpt gedurende de verkenningfase.

Afbeelding 3 Trechtering van bouwstenen naar voorkeursalternatief



Betrekken omgeving

Om maatschappelijke meerwaarde te realiseren en betrokkenen te informeren onderhoudt het projectteam nauw contact met de bestuurlijke partners en de omgeving (bewoners, bedrijven, agrariërs, grondeigenaren) in het gebied. Waterschap Aa en Maas betreft de omgevingspartijen middels verschillende bijeenkomsten met ieder hun eigen doel:

- informeren via informatiebijeenkomsten, nieuwsbrieven en website voor alle geïnteresseerden;
- co-creatie via werkplaatsen met vaste groep omwonenden;
- raadpleging belanghebbenden via dijktafels voor bewoners en ondernemers met eigendommen op of tegen de dijk aan;
- mogelijkheid om verder praten in keukentafelgesprekken op aanvraag;
- afstemming met maatschappelijke verenigingen.

Vanuit bovenstaande activiteiten haalt het waterschap veel informatie op over eisen en wensen vanuit de omgeving. Deze worden gedurende het hele project vastgelegd in een informatiesysteem en vormen daarmee de basis voor een transparant en navolgbaar omgevings- en ontwerpproces.

Vier mogelijke alternatieven

Vier mogelijke alternatieven zijn samengesteld aan de hand van de projectdoelen, bouwstenen en verhaallijnen voor het gebied.

Bouwstenen zijn ontwerpopties voor de dijkverbetering. We onderscheiden technische en ruimtelijke bouwstenen. Technische bouwstenen zijn maatregelen die een specifiek faalmechanisme van de dijk oplossen en daarmee bijdragen aan het doel waterveiligheid. Het gaat dan bijvoorbeeld om het vergroten van een binnen- of buitenberm van de dijk of plaatsen van een verticale constructie in de dijk. Bij ruimtelijke

bouwstenen gaat het om maatregelen die een overig doel van de dijkverbetering realiseren, zoals een maatregel voor versterking van natuur of het oplossen van een verkeersprobleem.

In de vier mogelijke alternatieven zijn verschillende maatregelen voor de dijkverbetering op samenhangende wijze gecombineerd. Met deze mogelijke alternatieven brengen we de volledige breedte van het speelveld in beeld om zo de onderzoeksvragen voorbij te laten komen. Dit zorgt ervoor dat goede afwegingen gemaakt kunnen worden in het trechteren naar de kansrijke alternatieven en het uiteindelijke voorkeursalternatief. De gekozen verhaallijnen voor de mogelijke alternatieven zijn:

- 1 zorgvuldig voortbouwen;
- 2 kringloop sluiten;
- 3 gebruikers bedienen;
- 4 slim meebewegen.

Hieronder volgt een korte beschrijving en afbeeldingen van de vier mogelijke alternatieven.

Mogelijk alternatief 1 – Zorgvuldig voortbouwen

De kracht van dit mogelijke alternatief is dat het zorgvuldig voortbouwt op de hooggewaardeerde bestaande kwaliteiten en gebruik van het gebied. Dit vraagt om het onderzoeken of, en op welke wijze, we deze kwaliteiten goed kunnen inpassen. We blijven in de uitwerking zo dicht mogelijk bij het bestaande dijktracé en -profiel waarmee omliggende kwaliteiten en gebruik intact blijven. Het gevolg is dat in dit alternatief veelvuldig gebruik van constructieve oplossingen nodig is. Binnen dit uitgangspunt onderzoeken we op welke wijze de andere projectdoelen inpasbaar zijn en met beperkte ruimtelijke ingrepen kunnen worden gerealiseerd.

Mogelijk alternatief 2 – Kringloop sluiten

De kracht van dit mogelijke alternatief bestaat uit het maximaal inzetten van gebiedseigen grond en binden van CO₂ om de CO₂-footprint tot nul te reduceren. Daarbij is het de vraag of we de dijk zoveel mogelijk in grond kunnen versterken, dus zonder constructies die een grote CO₂-belasting met zich meebrengen. Ook onderzoeken we of we de grond volledig lokaal kunnen winnen om de transportafstanden te beperken. Het gevolg is dat de dijkvorm en de daaraan gekoppelde winning van grond en het binden van CO₂ sturend is op het ruimtebeslag. Binnen dit uitgangspunt onderzoeken we op welke wijze de andere projectdoelen hierop aansluiten.

Mogelijk alternatief 3 – Gebruikers bedienen

De kracht van dit mogelijke alternatief zit in het bedienen van recreatief gebruik en natuur en het vergroten van de belevingswaarde van het gebied. De insteek is dat de vorm van de dijk aansluit op de gebruikersfuncties die worden gefaciliteerd en de natuur die wordt ontwikkeld. Binnen dit uitgangspunt onderzoeken we wat dan de passende technische oplossingen zijn voor de dijk.

Mogelijk alternatief 4 – Slim meebewegen

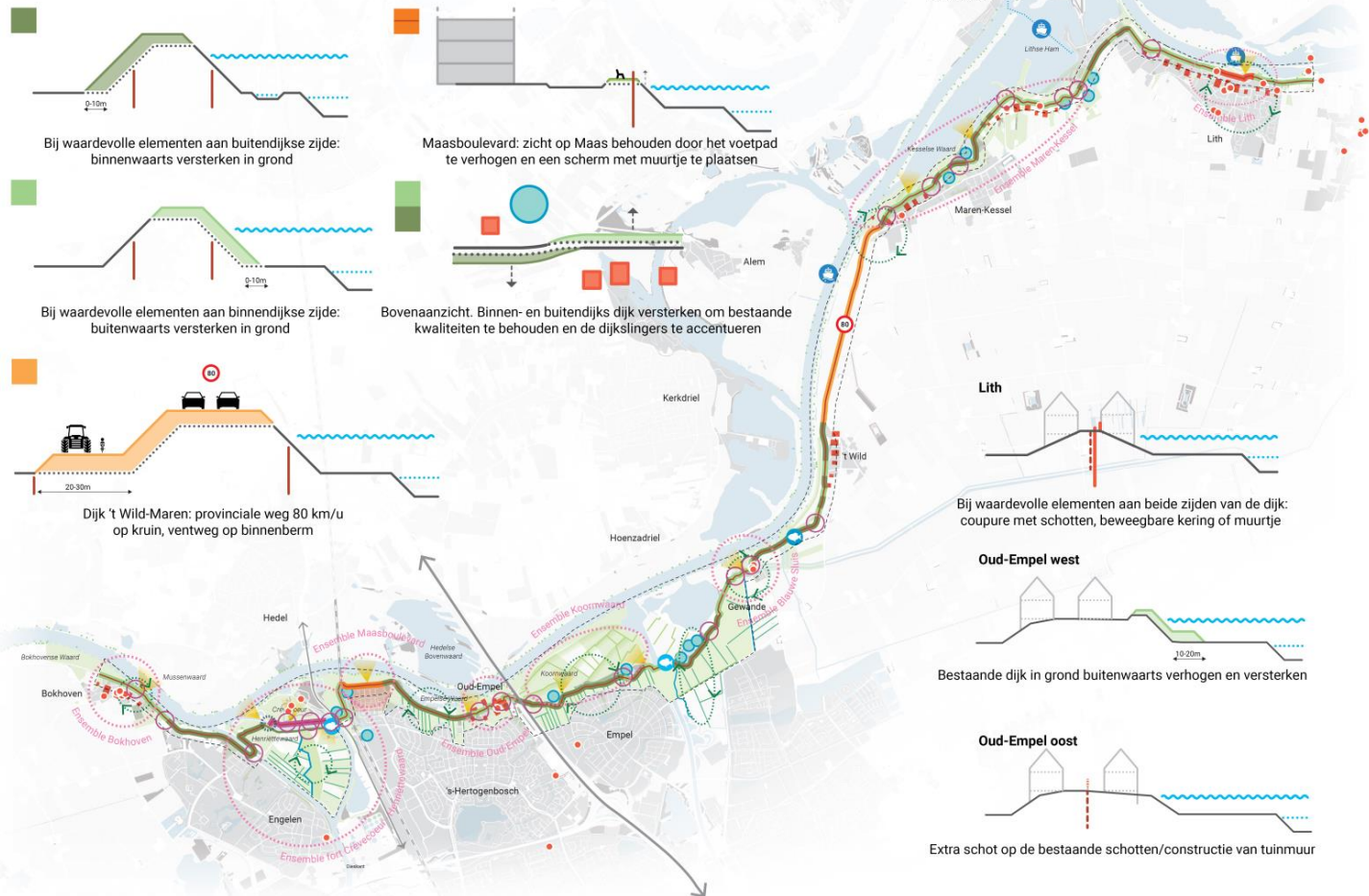
De kracht van dit mogelijke alternatief zit in het rekening houden met verschillende scenario's en onzekerheden in de tijd. Dit vraagt om het onderzoeken of, en op welke wijze, de dijk in de verdere toekomst eenvoudig aangepast of versterkt kan worden zonder grote fysieke en kostbare ingrepen. Vanuit de volgende generatie dijkverbetering denken we na over de huidige dijkverbetering. Het gevolg is dat we verder kijken dan de huidige dijktracés en -profielen. Ook onderzoeken we of er een adaptieve manier is om met de dijkverbetering en bebouwing om te gaan. Binnen dit uitgangspunt onderzoeken we op welke wijze de andere projectdoelen hierop aansluiten.

Mogelijk alternatief 1 - Zorgvuldig voortbouwen

Verkenning dijkverbetering Lith-Bokhoven
Versie 23 april 2025
Waterschap
Aa en Maas

Legenda

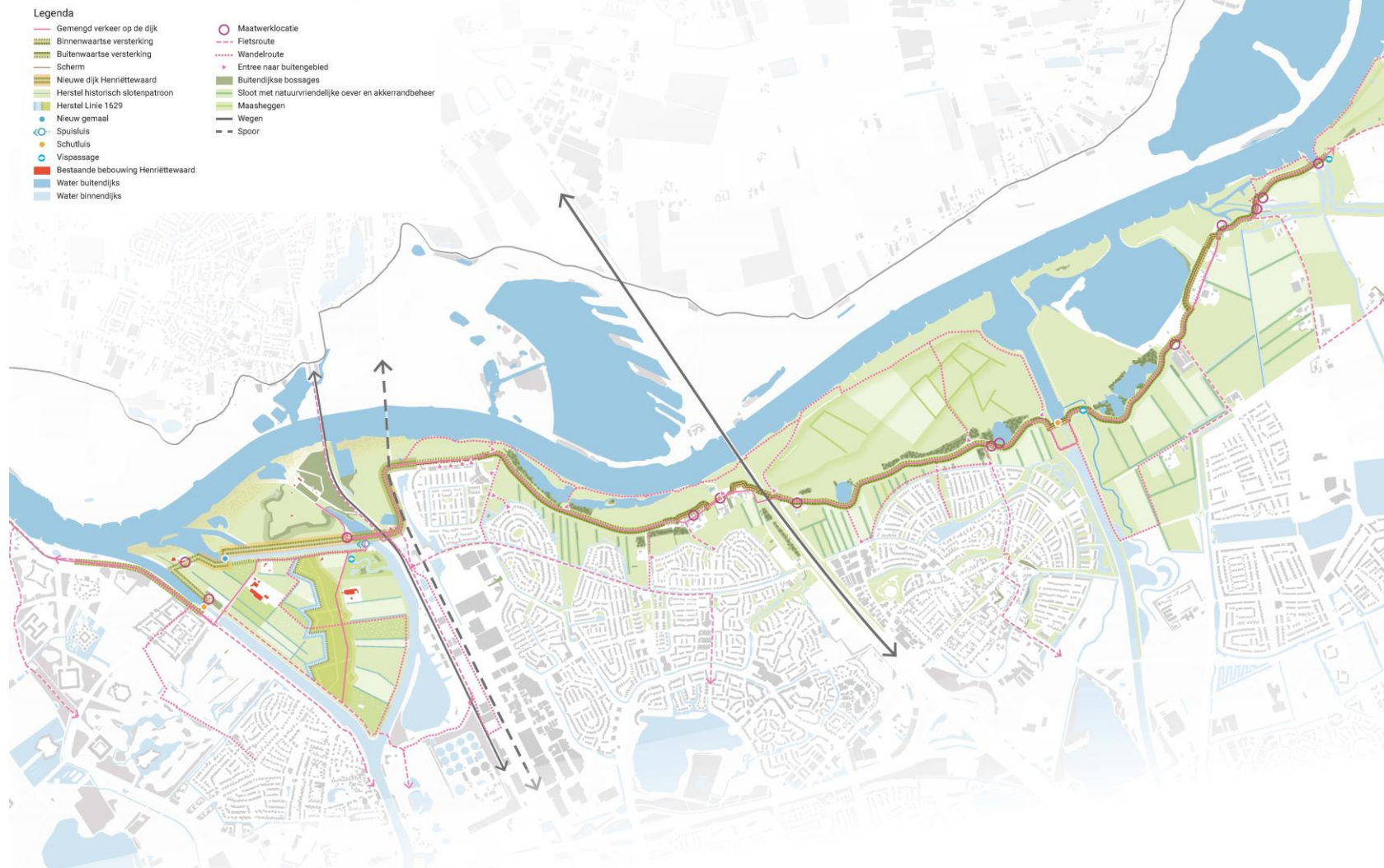
- Bestaand bebouwingscluster
- Ensemble
- Monumenten
- Constructie in dijk
- Maatwerk
- Zicht naar de Maas
- Wiel
- Bestaande vistrap
- Nieuwe vistrap
- Landschapselementen
- Ommetje
- Pontje
- Onderzoek nieuw gemaal
- Dijkverlegging
- Projectgrens



Mogelijk alternatief 1 - Zorgvuldig voortbouwen

Deeluitwerking Henriëttewaard en Stad-rivier verbinding

Verkenning dijkverbetering Lith-Bokhoven
Versie 17 april 2025

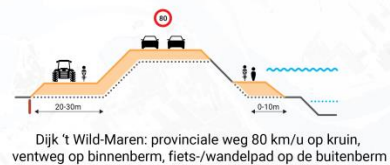
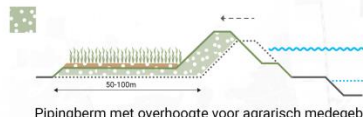
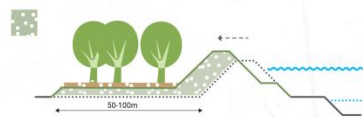
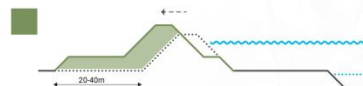


Mogelijk alternatief 2 - Kringlopen sluiten

Verkenning dijkverbetering Lith-Bokhoven
Versie 23 april 2025
Waterschap
Aa en Maas

Legenda

- Bestaand bouwingscluster
- Bestaande vistrap
- Nieuwe vistrap
- Onderzoek nieuw gemaal
- Dijkverlegging
- Maatwerk
- Bos en landschapselementen
- Moerasbos en rietland
- Pipingopgave
- Projectgrens



Bovenaanzicht. Binnen- en buitendijks dijk versterken om bestaande kwaliteiten te behouden en de dijkslingers te accentueren

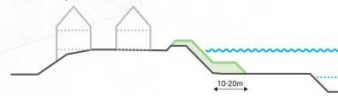


Lith (bovenaanzicht)

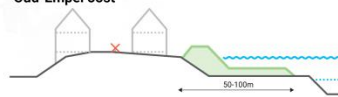
Lith (dwarsprofiel)

Bij waardevolle elementen aan beide zijden van de dijk: Nieuwe dijk aan de buitendijkse zijde. Aansluiting op huis en tuin is maatwerk

Oud-Empel west



Oud-Empel oost



Mogelijk alternatief 2 - Kringlopen sluiten

Deeluitwerking Henriëttewaard en Stad-rivier verbinding

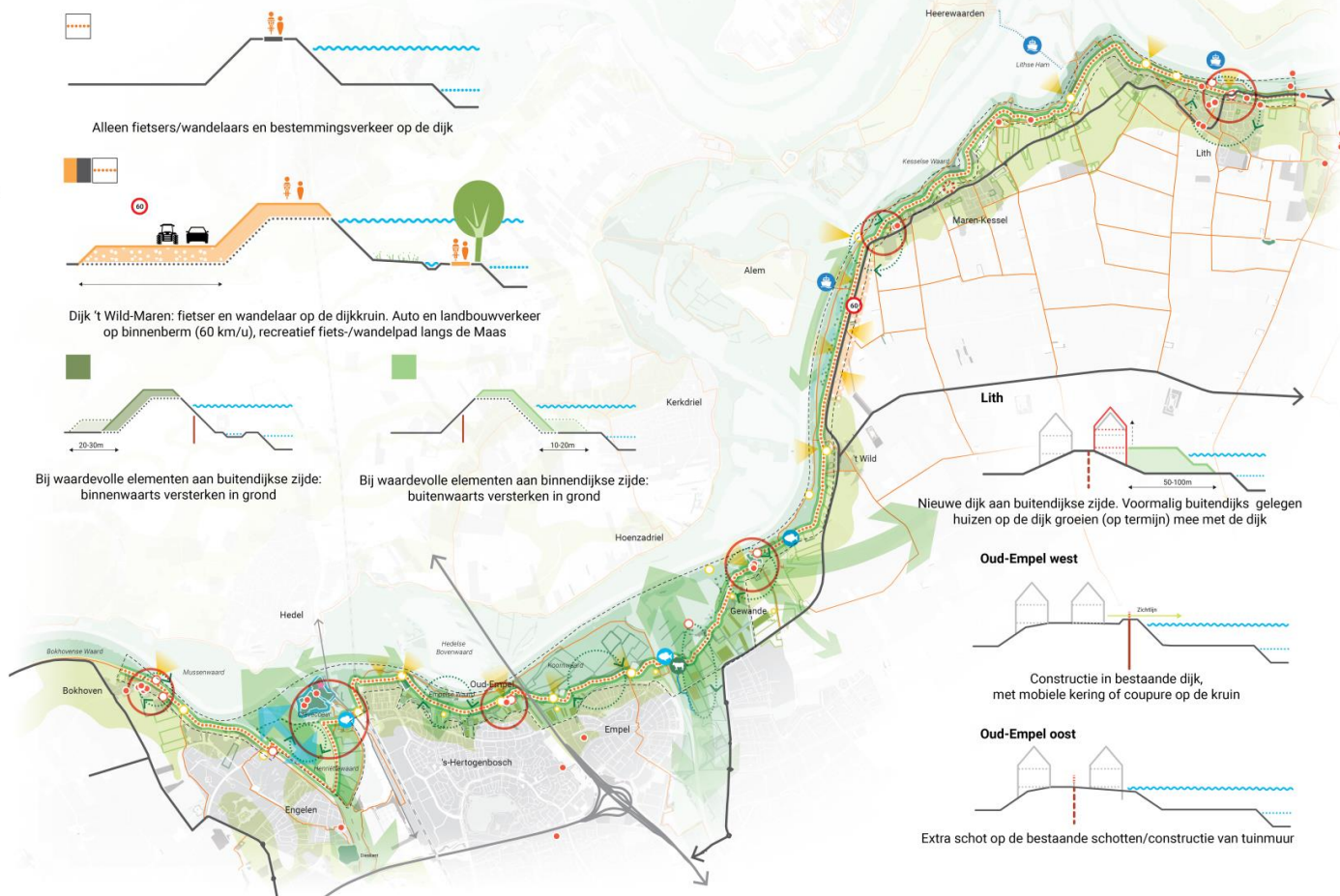
Verkenning dijkverbetering Lith-Bokhoven
Versie 17 april 2025



Mogelijk alternatief 3 - Gebruikers bedienen

Legenda

- Doorgaand natuurlint
- Monument
- Recreatieve hotspot
- Recreatieve voorziening
- Mogelijke nieuwe recreatieve voorziening
- Fiets-wandelroute
- Zicht naar Maas
- Ommetje
- Bestaande vistrap
- Nieuwe vistrap
- Nieuwe koeienoversteek
- Landschapsbouw (bosjes, hagen)
- Landschappelijk wonen onderaan de dijk
- Kazerne in het groen
- Projectgrens



Mogelijk alternatief 3 - Gebruikers bedienen

Deeluitwerking Henriëttewaard en Stad-rivier verbinding

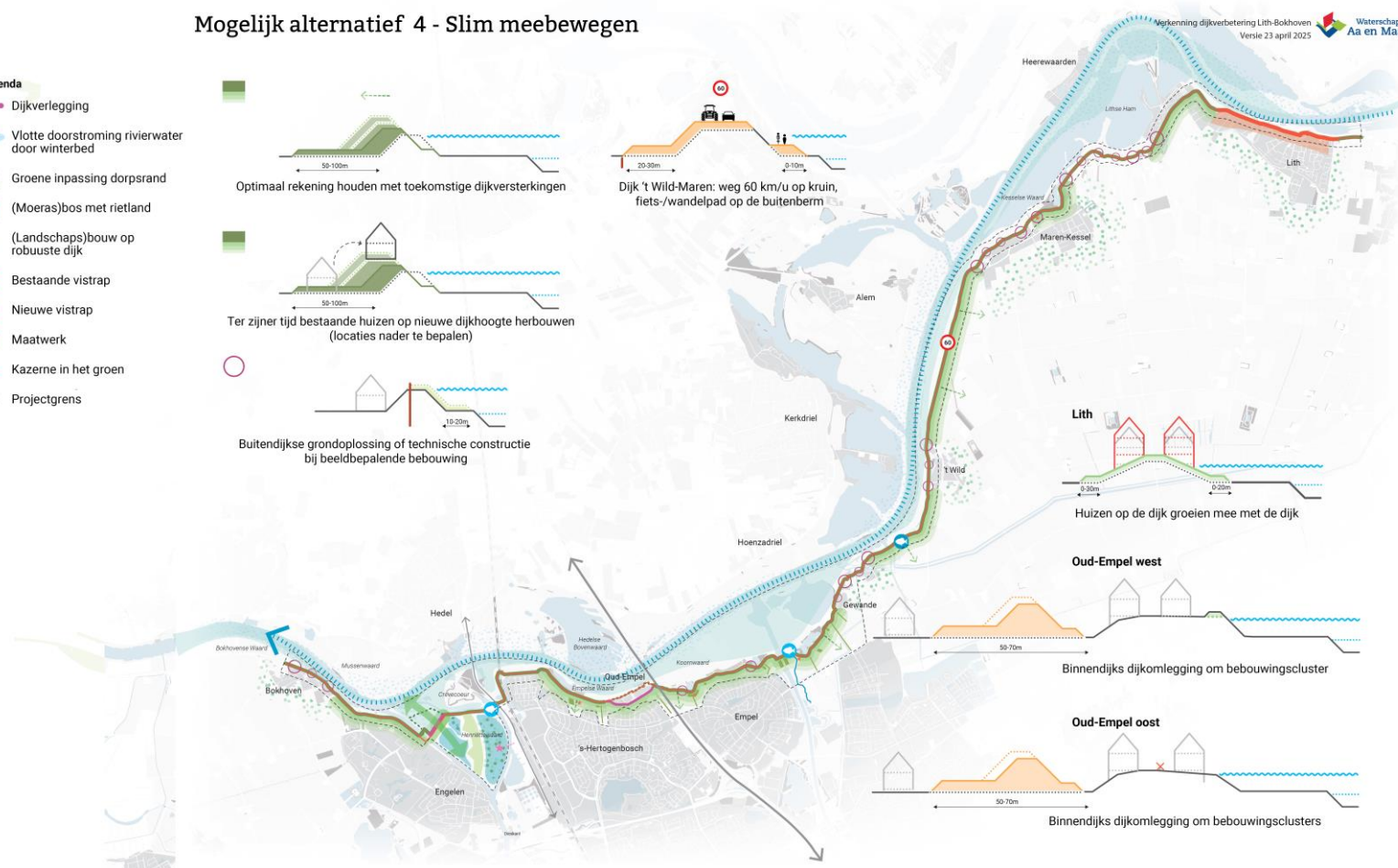
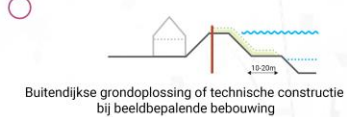
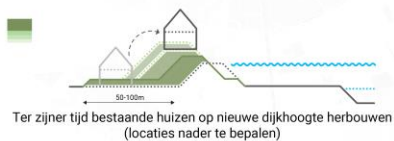
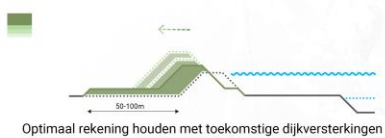
Verkenning dijkverbetering Lith-Bokhoven
Versie 17 april 2025



Mogelijk alternatief 4 - Slim meebewegen

Legenda

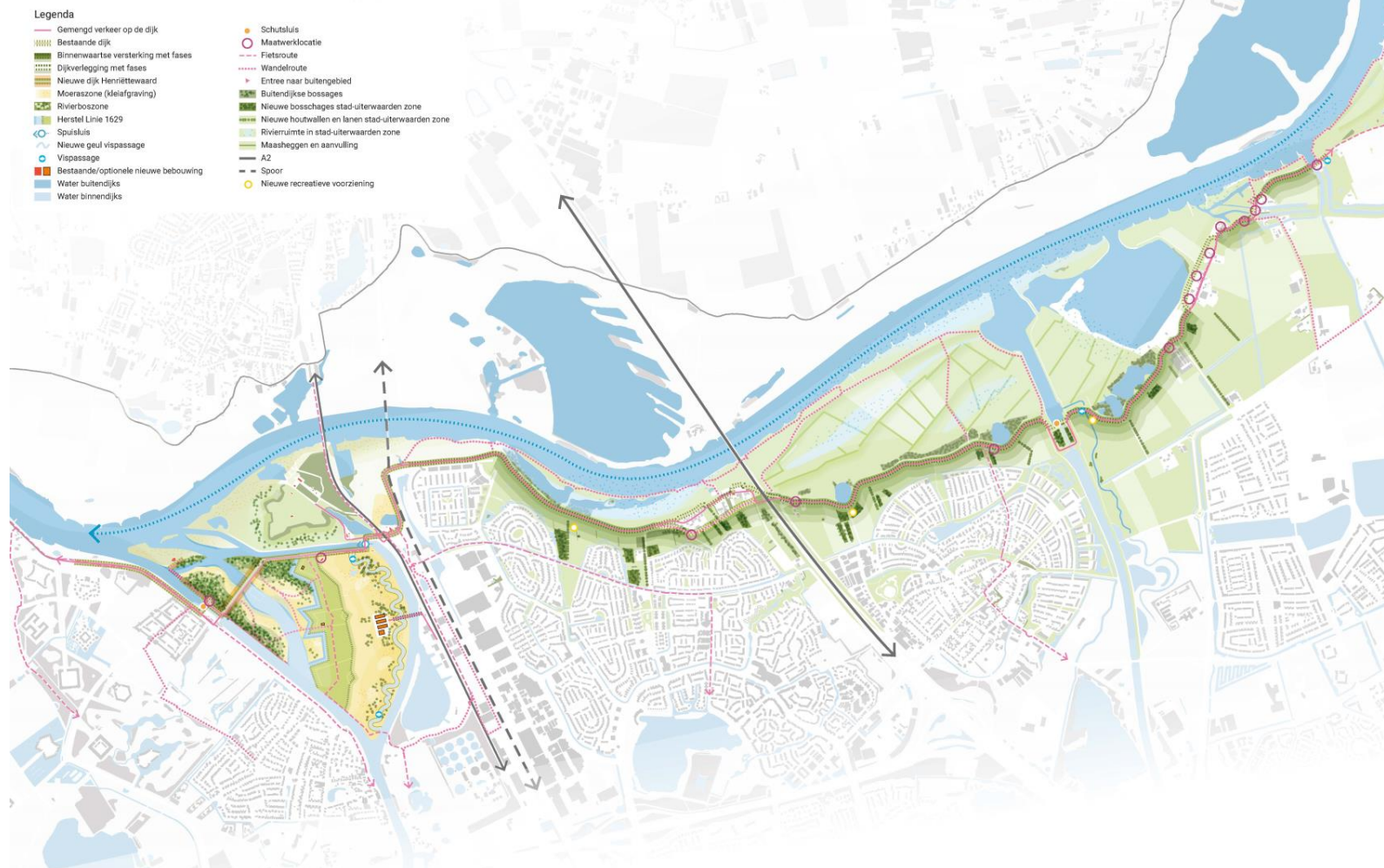
-  Dijkverlegging
-  Vlotte doorstroming rivierwater door winterbed
-  Groene inpassing dorpsrand
-  (Moeras)bos met rietland
-  (Landschaps)bouw op robuuste dijk
-  Bestaande vistrap
-  Nieuwe vistrap
-  Maatwerk
-  Kazerne in het groen
-  Projectgrens



Mogelijk alternatief 4 - Slim meebewegen

Deeluitwerking Henriëttewaard en Stad-rivier verbinding

Verkenning dijkverbetering Lith-Bokhoven
Versie 17 april 2025

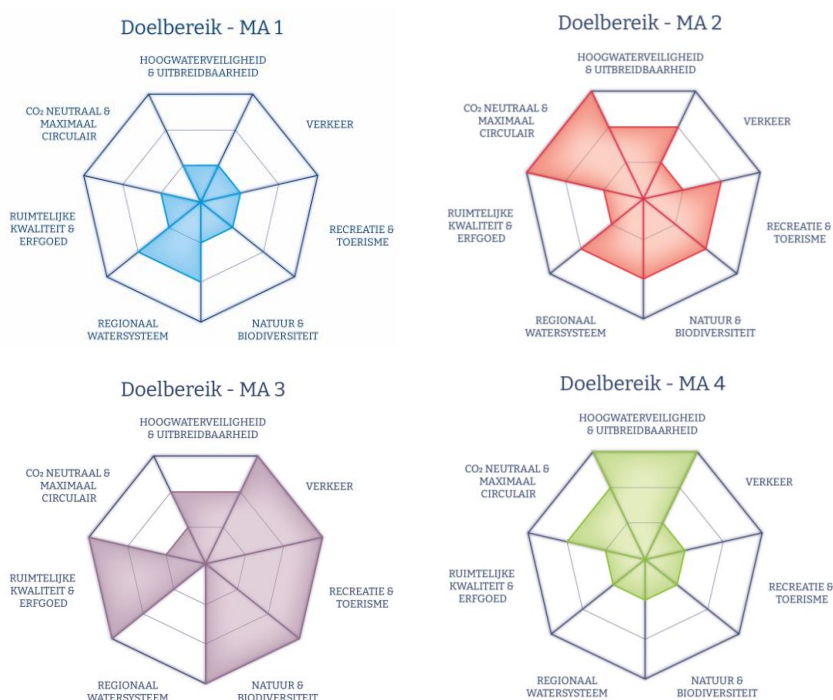


Inzichten en afwegingen mogelijke alternatieven

De vier mogelijke alternatieven zijn beoordeeld op doelbereik, maakbaarheid, betaalbaarheid en vergunbaarheid.

Alle mogelijke alternatieven dragen bij aan de projectdoelstellingen. Mogelijk alternatief 1 zorgvuldig voortbouwen is relatief behoudend met kleinschalige ingrepen waardoor deze wel maatschappelijke meerwaarde levert, maar dit ten opzichte van andere alternatieven beperkt is. Mogelijk alternatief 3 gebruikers bedienen daarentegen levert juist maximaal doelbereik op voor meerdere doelstellingen (verkeer, recreatie, natuur en ruimtelijke kwaliteit en beleving erfgoed) met meerdere grootschalige ingrepen (weg op de dijk geheel in te richten voor recreatief verkeer, ontwikkeling van recreatieve hotspots, de ontwikkeling van een buitendijks lint van riviernatuur en het verbinden van verschillende natuurgebieden en het aanbrengen van verbeteringen voor de beleving van erfgoed).

Afbeelding 4 Overzicht doelbereik mogelijke alternatieven



In de basis zijn alle alternatieven maakbaar. Mogelijk alternatief 1 zorgvuldig voortbouwen is door toepassing van veel constructies het meest complex in de uitvoering en het minst uitbreidbaar, maar hier is wel weinig grond nodig door het beperkte ruimtebeslag en minder grote ingrepen rondom de dijk. Mogelijk alternatief 2 kringloop sluiten en 4 slim meebewegen zijn het best uitbreidbaar door toepassing van grond. Bij mogelijk alternatief 4 slim meebewegen is de uitvoering relatief complex doordat veel maatwerk nodig is om alle grondoplossingen in te passen. Dit is ook het geval bij mogelijk alternatief 2 kringloop sluiten, maar in mindere mate. Mogelijk alternatief 3 gebruikers bedienen is goed maakbaar door de mix van grondoplossingen waar het kan en constructies daar waar weinig ruimte is.

Vanuit vergunbaarheid is mogelijk alternatief 1 zorgvuldig voortbouwen, waarbij met name constructies worden toegepast, het meest gunstig doordat het ruimtebeslag beperkt is en daardoor de minste bestaande waarden worden aangetast. Daarnaast scoort mogelijk alternatief 3 gebruikers bedienen ook goed doordat bermen worden toegepast waar het kan en constructies om waar nodig waarden te beschermen. Mogelijk alternatief 2 kringloop sluiten, waarbij met name grond wordt toegepast, scoort het minst goed, door de grotere ruimtelijke effecten. Met name in de Henriëttewaard, waar grootschalige ingrepen zijn opgenomen in de mogelijke alternatieven, zijn er een aantal knelpunten voor de vergunbaarheid die om optimalisatie vragen.

Om te kunnen beoordelen of de maatregelen in de alternatieven betaalbaar zijn is zowel inzicht in de kosten als in de dekking nodig. Bepalend in de kosten voor de dijk zijn de hoeveelheid grond die nodig is en de constructies. Constructies zijn relatief duur ten opzichte van grond. Mogelijk alternatief 2 kringloop sluiten is het alternatief met de laagste kosten. Dit komt omdat hier de minste constructies worden aangebracht en de meeste grond wordt toegepast. Mogelijk alternatief 1 zorgvuldig voortbouwen, waarbij veel constructies worden toegepast, heeft de hoogste kosten. Mogelijk alternatief 4 slim meebewegen is ook duur. De herstructurering van de woningen in dijkdorpen tegelijkertijd het verhogen van de dijken is ingrijpend en geeft hoge kosten. Dijkverleggingen, zoals in de Henriëttewaard zijn voorgesteld, zijn in verhouding duur omdat een hele nieuwe dijk moet worden aangelegd en geen gebruik gemaakt wordt van de al aanwezige dijk. Het waterschap en het HWBP zorgen gezamenlijk voor de dekking van de subsidiabele kosten (alle elementen die direct samenhangen met het ontwerp voor het oplossen van het waterveiligheidsprobleem en de wettelijke inpassing). Voor de andere kosten zal de dekking bij de partners (provincie, gemeenten, waterschap) vandaan gaan komen, vanuit hun eigen/ gezamenlijke begroting.

Op basis van de beoordeling van de mogelijke alternatieven zijn de volgende conclusies en inzichten getrokken:

- **dijkverbetering met maatschappelijke meerwaarde is kansrijk.** Dit geldt in het bijzonder voor de samenhang tussen de dijkverbetering en de Henriëttewaard. In de Henriëttewaard komen veel doelen samen en is het winnen van grond voor de dijk een motor waarmee we deze doelen kunnen realiseren. Belangrijke uitwerking is het balanceren en optimaliseren van deze doelen, de betaalbaarheid speelt daarbij een belangrijke rol;
- **stad-uiteerwaardverbinding vraagt keuzes.** Hier ligt een kans in het verbinden van de ingrepen die vanuit waterveiligheid ontstaan en het (recreatieve) gebruik van de zone tussen de dijk en de stadsrand. De zone is geschikt voor natuurontwikkeling die ingezet kan worden voor CO₂- en natuurcompensatie. Op dit moment kunnen geen eenduidige conclusies worden getrokken over waar precies op in te zetten. Naast de inhoudelijke uitwerking is de betaalbaarheid een belangrijke uitwerkvraag;
- **gemaal inpassen in de kansrijke alternatieven.** Bij de start van de mogelijke alternatieven fase van de dijkverbetering in twee van de mogelijke alternatieven een nieuw gemaal opgenomen in de Henriëttewaard inclusief nieuwe aansluitende dijktracés. Deze nieuwe dijktracés zijn onderzocht. Met het uitwerken en afwegen van de twee mogelijke alternatieven zonder gemaal is het inzicht ontstaan dat deze ook interessante locaties bieden voor de inpassing van het gemaal. In afstemming met de gemeente 's-Hertogenbosch, de provincie Noord-Brabant en waterschap Aa en Maas is besloten om de inpassing van het gemaal integraal onderdeel te maken van de kansrijke alternatieven binnen het dijkverbeteringsproject;
- **de dijk versterken in grond is duurzaam en goed uitbreidbaar.** Dit sluit aan op de redeneerlijn van waterschap om waar mogelijk de dijk te verbeteren in grond. Door het toepassen van lokaal gewonnen materiaal en beperkt toepassen van constructieve oplossingen zijn de kosten ook relatief laag. En het verkleint de risico's voor de woningen tijdens de aanleg, zeker in de dijkdorpen. We onderzoeken waar ruimte is om de dijk in grond te versterken en waar eventueel een constructie nodig is vanwege inpassing en vergunningvereisten;
- **toekomstbestendig oplossingen in dijkdorpen.** Naast duurzaamheid en lage kosten maken grondoplossingen de dijk goed uitbreidbaar bij toekomstige dijkverbeteringen in de dijkdorpen. Het versterken tussen de bestaande woningen bij Lith is zeer uitdagend zowel ruimtelijk als tijdens de aanleg. Bovendien is er gerede twijfel of een volgende dijkverbetering daarop voort kan bouwen. Om die reden is het noodzakelijk om ook een nieuw tracé buitendijks in grond te onderzoeken. Bij dijkdorp Oud-Empel is de huidige driedeling in het type kering kansrijk om als basis te dienen voor de komende verbetering. Het is de vraag in welke mate dit technisch haalbaar is of dat het een betere oplossing is om aan de riviervoorzijde van Oud-Empel in grond te versterken;
- **rivierkundige effecten zijn veelal beperkt.** Een deel van de dijkverbetering zal naar verwachting buitenwaarts zijn en dat zou het winterbed van de Maas verkleinen. De effecten zijn in het algemeen beperkt. We zullen effecten, benodigde compensatie en mogelijkheden voor compensatie nader onderzoeken. Deels lijkt compensatie mogelijk in de Henriëttewaard. Misschien zijn aanvullende plekken nodig in de uiterwaarden;
- **verkeer op de dijk.** Op de dijk zijn verschillende weggebruikers die elk hun behoefte hebben. Daarbij kunnen we de huidige situatie met gemengd verkeer handhaven of alleen fiets-, wandel en bestemmingsverkeer op de dijk toestaan.

Aanzet kansrijke alternatieven

De conclusies en inzichten vanuit de beoordeling van de mogelijke alternatieven hebben de basis gevormd voor de aanzet voor de kansrijke alternatieven. De twee kansrijke alternatieven dekken de bandbreedte af waarbinnen het voorkeursalternatief komt te liggen. Onderscheidend in de twee concepten is de mate waarin de toekomstbestendigheid leidend is. Het ene alternatief (A) gaat meer uit van een toekomstbestendige oplossing, rekening houdend met een volgende generatie dijkverbetering, en de ander (B) gaat meer uit van het voortbouwen op hier en nu. Het eerste alternatief gaat daarbij uit van zoveel mogelijk uitbreidbare grondoplossingen voor de dijk en de andere is een mix van grondoplossingen en constructies. Hieronder volgt een korte verdere toelichting op de aanzet voor de twee kansrijke alternatieven.

Kansrijk Alternatief A – Lange termijn voorop

We ontwerpen een dijk voor minimaal 50 jaar en bij het toepassen van constructieve voorzieningen vaak voor 100 jaar. Ook de maatschappelijke meerwaarde richten we op deze lange(re) termijn en daarmee leggen we nu de basis waarop volgende generaties kunnen blijven voortbouwen. Onderzoeksvraag daarbij is of daarmee samenhangende keuzes/maatregelen op een verantwoorde manier inpasbaar zijn in de huidige belangen en waarden. Naast de lange termijn streven we in dit alternatief naar maximale circulariteit. Voor de dijk wordt maximaal ingezet om maatregelen in grond te treffen en daarmee is het aandeel constructieve oplossingen beperkt. In dit alternatief bouwen we voort op het circulaire alternatief waarbij grond die nodig is voor de dijk zoveel mogelijk komt uit de Henriëttewaard. Het ruimtegebruik en de verschijningsvorm is dienend aan de doelen voor systeemnatuur en het binden van CO₂, specifiek voor Henriëttewaard en stad- uiterwaardverbinding.

Kansrijk alternatief B - Huidige waarden van het gebied voorop

De huidige belangen van bewoners en gebruikers en kwaliteiten van het gebied vertegenwoordigen ook maatschappelijke waarden. Onderzoeksvraag bij dit kansrijke alternatief is of de huidige belangen en waarden op een verantwoorde manier kunnen worden geborgd en ingepast voor de termijn van de komende 50 tot 100 jaar. De aan de dijk te treffen maatregelen bouwen voort op de eerder gekozen maatregelen, er is veelal sprake van continuïteit. Op de meeste plekken kan de dijk in grond versterkt worden, maar op bijzondere plekken is maatwerk nodig en daarbij liggen constructies voor de hand. Het ruimtegebruik en de verschijningsvorm is dienend aan de huidige en potentiële kwaliteiten. In de Henriëttewaard ligt het accent op de compensatie en ontwikkeling van natuurwaarden op de overgang van beken- naar rivierenlandschap. Dit is ook natuurcompensatie voor maatregelen op en langs de dijk.

INLEIDING OP HET PROJECT EN LEESWIJZER

1.1 Dijkverbetering Lith-Bokhoven

De hele dijk tussen Lith en Bokhoven moet worden verbeterd

De ligging van Nederland aan de Noordzee en de aanwezigheid van meerdere grote rivieren maakt ons land kwetsbaar voor overstromingen. Bescherming tegen hoogwater is en blijft dan ook van levensbelang. In 2017 zijn hiervoor in Nederland nieuwe normen voor waterveiligheid vastgesteld. Om aan deze normen te voldoen moeten veel dijken in Nederland worden versterkt. Ook de dijk vanaf de sluis bij Lith tot en met Bokhoven. De dijkverbetering Lith-Bokhoven is onderdeel van het Hoogwaterbeschermingsprogramma (HWBP). In dit programma werken de waterschappen samen met het Rijk om dijken – en dus Nederland – veilig te houden.

Waterschap Aa en Maas is initiatiefnemer voor de dijkverbetering Lith-Bokhoven. De dijkverbetering Lith-Bokhoven heeft als belangrijkste doel het vergroten van de waterveiligheid. Dit doen we door de dijk te verbeteren, met aandacht voor de ruimtelijke kwaliteit van de dijk in zijn context. De directe aanleiding voor dit project is dat het dijktraject Lith-Bokhoven niet langer voldoet aan de nieuwe normen voor waterveiligheid die in 2017 zijn vastgesteld. De dijkverbetering is onderdeel van het Hoogwaterbeschermingsprogramma (HWBP). Hierbij werken de waterschappen samen met het Rijk om dijken – en dus Nederland – veilig te houden.

De dijkverbetering Lith-Bokhoven richt zich op de dijk en omgeving vanaf de stuw bij Lith tot en met het dorp Bokhoven, een traject van ongeveer 23,5 kilometer. De hele dijk moet worden verbeterd: er is een opgave voor hoogte, stabiliteit binnenwaarts, stabiliteit buitenwaarts en piping. In het dijktraject bevinden zich ook 16 kunstwerken, variërend van sluizen tot stuwen. Een aantal van deze kunstwerken heeft ook een veiligheidsopgave.

Een uitdagende dijkverbetering

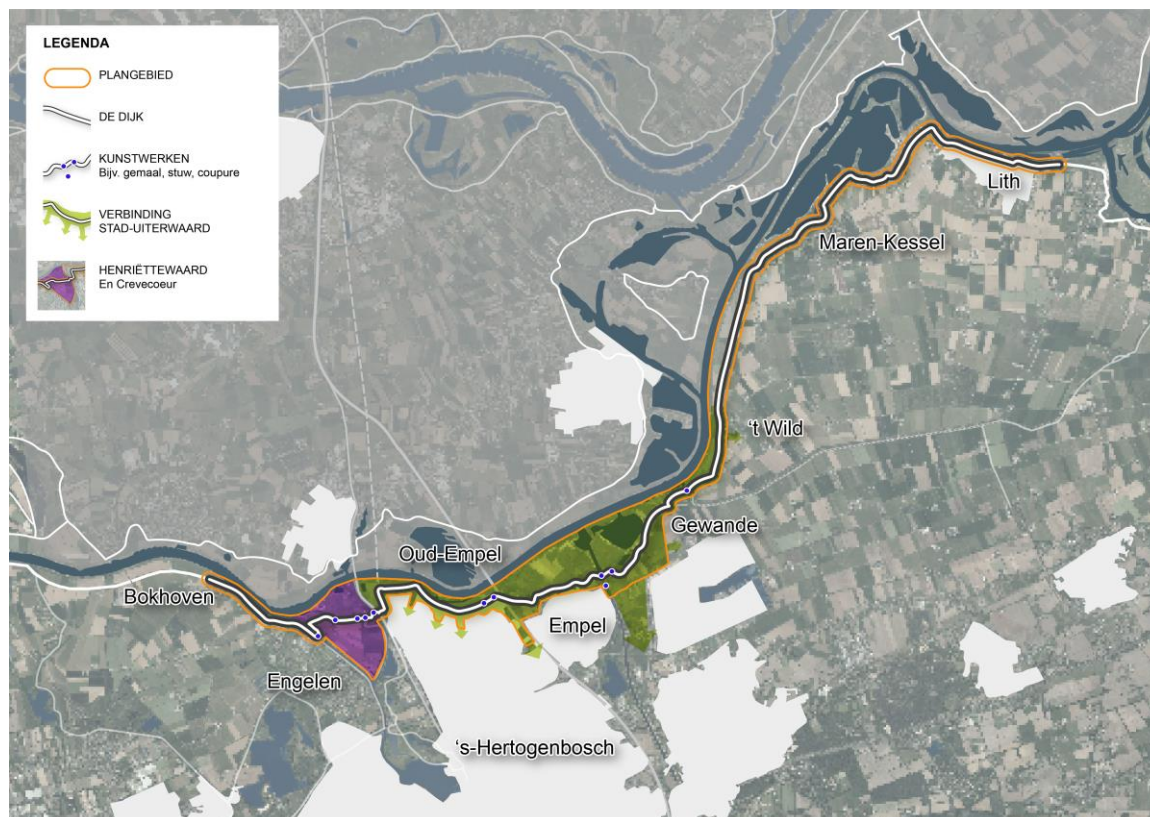
Met het project Lith-Bokhoven staan we voor een uitdagende dijkverbetering. In de dijkdorpen staat veel (monumentale) bebouwing op of direct aan de dijk. Ook liggen er op verschillende plekken wielen die mogelijkheden voor buitendijkse maatregelen beperken. In de uiterwaarden en aan de binnendijkse zijde van de dijk wisselen recreatieve en natuurlijke functies elkaar af. Bovendien zijn er veel erfgoed-, cultuurhistorische en archeologische waarden in het landschap aanwezig die het verhaal van het gebied vertellen. Het is een uitdaging om met een ontwerp voor een veilig en goed ingepaste dijk te komen.

Dijkverbetering met maatschappelijke meerwaarde

Bij de start van de verkenning is geconstateerd dat ambities van gemeenten 's-Hertogenbosch, gemeente Oss en de provincie Noord-Brabant synergie hebben met de dijkverbetering. De ambities zijn vertaald naar doelen voor de verkenningfase en deze worden integraal meegenomen in het ontwerpproces. Daarmee is gekozen voor een integrale aanpak van het project. Tijdens de verkenningfase onderzoeken we in welke mate deze doelen kunnen worden gerealiseerd en welk samenhangend pakket aan maatregelen daarbij past. De dijk moet daarbij altijd worden verbeterd zodanig dat deze voldoet aan de wettelijk vastgestelde norm.

Het projectgebied is daarmee ook groter dan alleen de dijk. Het gaat dan om een groot deel van de uiterwaarden, om de Henriëttewaard en de binnendijkse zone tussen dijk en de stad 's-Hertogenbosch. Het projectgebied is aangegeven in afbeelding 1.1.

Afbeelding 1.1 Overzicht projectgebied dijkverbetering Lith-Bokhoven



1.2 Stap voor stap toewerken naar het voorkeursalternatief

De dijkverbetering Lith-Bokhoven is opgedeeld in drie afzonderlijke fasen: de verkenningsfase, planuitwerkingsfase en realisatiefase. Het project bevindt zich nu in de verkenningsfase, waar wordt toegewerkt naar het ontwerp voor de dijk op hoofdlijnen; het voorkeursalternatief (VKA). In de planuitwerkingsfase wordt het voorkeursalternatief vervolgens uitgewerkt tot het detailniveau dat nodig is voor formele besluitvorming en de vergunningen. Na de wettelijke procedures start de realisatiefase van de dijkverbetering.

Een transparante en navolgbare afweging van alternatieven en maatregelen is noodzakelijk om ieders belang en inbreng recht te doen. Daarom werken we via een integraal ontwerpproces stapsgewijs toe naar het voorkeursalternatief. Met iedere stap wordt de opgave concreter en krijgen we meer zicht op een maakbaar, betaalbaar en vergunbaar plan. Met aan het einde van elke stap enkele heldere producten, resultaten en besluiten.

Binnen de verkenningsfase werken we in vier stappen toe naar het voorkeursalternatief:

- stap 1: doelen en bouwstenen;
- stap 2: ontwerpen en afwegen van mogelijke alternatieven;
- stap 3: ontwerpen en afwegen van kansrijke alternatieven;
- stap 4: afweging en samenstellen van een voorkeursalternatief (VKA).

Het rapport dat u nu leest, de Nota mogelijke alternatieven is het gezamenlijke resultaat van stap 1 en 2.

Afbeelding 1.2 Stappen in het integraal ontwerpproces



1.3 Doel van dit document en leeswijzer

Voor u ligt de Nota mogelijke alternatieven dijkverbetering Lith-Bokhoven. Dit rapport geeft een weerslag van stap 1 en 2 uit de verkenningfase. In deze stappen zijn opgaven en doelen voor de dijkverbetering uitgewerkt, bouwstenen voor het ontwerp geïnventariseerd en gecombineerd tot vier mogelijke alternatieven die vervolgens zijn afgewogen. De inzichten uit de afweging zijn gebruikt om te bepalen welke onderdelen van de mogelijke alternatieven kansrijk zijn en meegenomen worden naar stap 3. De resultaten van stap 1 en 2 zijn in deze Nota mogelijke alternatieven vastgelegd.

Hoofdstuk 2 geeft een brede achtergrond over wat er speelt in het projectgebied en welke kenmerken en kwaliteiten het gebied heeft. Hoofdstuk 3 gaat in op de opgaven voor de dijkverbetering en de verschillende doelen waar vanuit de dijkverbetering Lith-Bokhoven aan gewerkt wordt. Hoofdstuk 4 bevat uitleg over het ontwerpproces voor de dijkverbetering. Hierin staat ook hoe we ontwerpkeuzes maken en onderbouwen en hoe we de omgeving informeren en betrekken gedurende het ontwerpproces. Hoofdstuk 5 beschrijft de mogelijke alternatieven voor de dijkverbetering en de totstandkoming hiervan. Daarna volgt in hoofdstuk 6 een beoordeling van deze mogelijke alternatieven op doelbereik, maakbaarheid, betaalbaarheid en vergunbaarheid en worden de belangrijkste conclusies en inzichten gepresenteerd die relevant zijn voor het vervolg van het ontwerpproces. In hoofdstuk 7 wordt een aanzet voor de kansrijke alternatieven gepresenteerd die later verder zal worden uitgewerkt. Ten slotte volgt in hoofdstuk 8 een korte vooruitblik waarin wordt ingegaan op het vervolg van het ontwerpproces en het omgevings- en bestuurlijke proces.

De Nota mogelijke alternatieven is een uitgebreid document waarin veel zaken zijn vastgelegd die van belang zijn voor het verdere ontwerpproces. Voor belanghebbenden die meer willen weten dan alleen de samenvatting, maar met name geïnteresseerd zijn in hoe de dijkverbetering er mogelijk uit komt te zien en hoe de verschillende ontwerpen beoordeeld zijn raden we aan om na hoofdstuk 1 te focussen op de volgende teksten:

- hoofdstuk 3: opgaven en doelen;
- hoofdstuk 4, paragraaf 4.1, 4.2 en 4.4: ontwerpproces en onderbouwing keuzes;
- hoofdstuk 5, paragraaf 5.1, 5.2.3, 5.3: mogelijke alternatieven, bouwstenen hiervoor en inbreng omgeving;
- hoofdstuk 6, paragraaf 6.1 en 6.6: vergelijking beoordeling mogelijke alternatieven en belangrijkste conclusies en inzichten;
- hoofdstuk 7, paragraaf 7.2: essentie kansrijke alternatieven.

Dit komt neer op het overslaan van de volgende hoofdstukken/paragrafen: 2, 4.3, 5.2.1-5.2.2, 6.2-6.5, 7.1, 8.

CONTEXT EN PROJECTGEBIED

Het project en de dijkversterkingssopgave kunnen we niet los zien van de bredere context en het gebied waarin het zich bevindt. In dit hoofdstuk lichten we de context van het project en de belangrijkste kenmerken en kwaliteiten van het gebied nader toe.

2.1 Context van het project

Ontwikkelingen en trends in de bredere omgeving zijn van invloed op de discussies/dilemma's waar we mee te maken krijgen en de te maken keuzes die daaruit volgen. Met het project geven we tegelijk ook mede richting aan de ontwikkeling van het gebied voor de komende decennia. We merken dat in de gesprekken met de omgeving de hieronder beschreven onderwerpen regelmatig terugkomen. Een helder en gedeeld begrip van de projectcontext bepaalt daarom mede het succes van het project. Hieronder wordt de projectcontext toegelicht.

Het klimaat verandert, hoe gaan we om met die onzekerheden?

De klimaatverandering zorgt voor veranderingen in het systeem. De verwachting is dat de pieken en dalen hoger worden. Dit is één van de redenen waarom de dijk moet worden verbeterd. Onderdeel van de pieken zijn hevige regenbuien. Het regionale systeem van de Dommel en de Aa wordt hierdoor belast. Deze systemen komen samen bij 's-Hertogenbosch waardoor er diverse maatregelen getroffen moeten worden om de stad 'droog' te houden (het project Hoogwaterbescherming Brabant Oost). Hierbij wordt ook gekeken naar het plaatsen van een nieuw gemaal.

Tegelijkertijd zien we dat perioden van langdurige droogte en hitte vaker voorkomen. Wat zijn de gevolgen hiervan voor landbouw, natuur en mens inclusief bebouwing? Kunnen we daarop anticiperen? Dan gaat het zowel om de inrichting van het gebied als het toekomstbestendig maken van de dijk. Kunnen we bijvoorbeeld voor de dijk een oplossing bedenken waar een volgende generatie dijkverbetering op kan voortbouwen zonder grootschalige reconstructies?

Aantrekkelijk vestigingsklimaat, het aantal inwoners blijft groeien

De regio kent een aantrekkelijk vestigingsklimaat door de centrale ligging, aanwezige infrastructuur en de kwaliteiten van natuur en landschap. Hierdoor zijn er in de afgelopen decennia veel bewoners in de omgeving bijgekomen. Dit is onder andere zichtbaar in de groei van de stad Oss en in de stad 's-Hertogenbosch die naar de Maas toe is gegroeid. Deze lijn zal zich doorzetten. Op dit moment hebben beide gemeenten een (grote) woningbouwopgave. Het realiseren van deze opgave vraagt letterlijk ruimte. De (nieuwe) inwoners hebben ook behoefte aan mogelijkheden voor besteding van de vrije tijd, zowel lokaal, stedelijk als in het regionaal uitloophet gebied. De gemeente 's-Hertogenbosch heeft dit omgezet in beleid 'Groene Delta'. Met de komst van de wijken Maaspoort en de Grote Wielen is de urgentie om uitloophet gebied te ontwikkelen groter geworden. Hier ligt een directe relatie met de Henriëttewaard die potentie heeft om deze functie te vervullen. Dit geldt ook voor een aantal gebieden die direct gelegen zijn rond de woonwijken en de dijk, zowel binnen- als buitendijs.

Een andere trend is dat de verkeersintensiteit vanuit verschillende doelgroepen als auto's, fietsers, wielrenners, et cetera zal toenemen. Mede ingegeven door de eerdergenoemde groei van de bevolking. De rol van de dijk als hoofdroute van (recreatieve) netwerken zal onveranderd belangrijk blijven. Door het

toegenomen autobezit is de parkeerdruk op de dijk ook toegenomen. Dit komt het sterkste tot uitdrukking in de dijkdorpen.

Binnen het aantrekkelijke vestigingsklimaat zijn de natuur en landschapswaarden belangrijke dragers. Het gebied kent een rijke cultuurhistorie uit heel verschillende lagen. Van de Romeinen via het beleg van 's-Hertogenbosch tot en met de bakermat van de Genie bij Fort Crèvecoeur. Ook de gemeentelijk beschermde stads- en dorpsgezichten van Bokhoven, Oud-Empel en Gewande hebben deze hoge waarden. Dit vraagt een zeer zorgvuldige inpassing en zoektocht om het beter beleefbaar te maken.

Ruimte voor water en natuur in de uiterwaarden

De buitendijkse delen, de rivier en de uiterwaarden, hebben al honderden jaren de hoofdfunctie van het afvoeren van water. Tegen het licht van het veranderende klimaat wordt die functie nog belangrijker. Binnen het huidige hoogwaterbeschermingsprogramma is bewust gekozen om de waterveiligheid te verbeteren via de dijken. Rivierverruiming is daarmee geen opgave. Kijkend naar de lange termijn is het denkbaar dat in de toekomst weer gekeken wordt om meer ruimte te bieden aan de rivier. Het verkleinen van de buitendijkse gebied met een buitendijkse versterking kent diverse wettelijke eisen en dient gecompenseerd te worden. Dit kan door het verlagen van het maaiveld.

Doordat de Maas bij hoogwater over de uiterwaarden stroomde is klei afgezet. Vaak zijn de uiterwaarden hierdoor hoger dan de binnendijkse polders. De gronden van de uiterwaarden zijn vruchtbaar en zeer geschikt voor landbouw. In de jaren 60 en 70 is er klei en zand gewonnen in de uiterwaarden. Hierdoor zijn grote open plassen ontstaan, zoals de Lithse Ham en Koornwaard, vaak met recreatieve waarde. Vanaf de jaren 90 is er een nieuwe ontwikkeling ontstaan. De uiterwaarden zijn veelal aangewezen als natuurgebieden. Hiermee verloren ze hun hoofdfunctie voor de landbouw. De toenemende betekenis voor de natuur heeft ook tot gevolg gehad dat de diepe ontgrondingsplassen verondiept zijn. Met het oog op de toekomst voor mens en natuur is het de opgave om de water- en natuurkwaliteit te verbeteren. Hiervoor lopen diverse landelijke programma's zoals de Kaderrichtlijn Water (KRW) en Programmatische Aanpak Grote Wateren (PAGW). Verschillende overheden hebben een aanvraag ingediend voor de Programmatische Aanpak Grote Wateren in dit gebied.

De landbouw is in transitie

Het merendeel van de landbouw ligt binnendijs in de polders. De landbouw is in transitie naar meer toekomstbestendige productiemethoden. Beschikbaarheid van voldoende grond om te kunnen extensiveren is belangrijk voor toekomstbestendige landbouw. Dit heeft tot gevolg dat de grondbehoefte onverminderd groot blijft. De gronden in de uiterwaarden zijn van goede kwaliteit en het meest vruchtbaar van de regio (weinig mest nodig). Zowel in de polders als in de uiterwaarden hebben agrariërs te maken met de concurrentie en ruimtebehoefte vanuit andere sectoren. Naast de concurrentie is het denkbaar dat de transitie kansen biedt voor combinatie met functies als recreatie/natuur en vastlegging van CO₂. Het vraagt in ieder geval om een expliciete afweging van belangen.

Duurzaamheid

Duurzaamheid is steeds belangrijker wordende trend. Binnen de wereld van de waterschappen, onder de vlag van 'Duurzaam GWW', wordt ingezet op duurzaam inkopen en projecten duurzaam uitvoeren. Een van de grootste pijlers van duurzaamheid is het gebruikmaken van lokaal gewonnen grond (met name klei) voor de dijk. Dit beperkt zeer sterk de CO₂ uitstoot. Een andere is het beperken van toepassing van staal. Is er toch sprake van een CO₂ uitstoot dan is het van belang deze om deze (lokaal) vast te leggen. Het gebruik van elektrische machines is ook een maatregel. Daarbij is van belang om zowel bronnen als aansluitpunten te vinden van duurzaam opgewekte stroom.

Zicht op andere belangen

Deze bovenstaande maatschappelijke en ruimtelijke context raken de kern van de Verkenning Lith Bokhoven. Naast deze kern zijn er nog diverse (afgeleide) belangen waar we ook rekening mee houden bij het maken van de plannen en de afwegingen. We hebben daar oog voor en we maken transparant hoe die belangen zijn afgewogen.

2.2 Kenmerken en kwaliteiten van het gebied

Het verhaal van de dijk

De dijk aan de Maas tussen Lith en Bokhoven vertelt het verhaal van een lange, rijke historie. Ontstaan om te beschermen tegen water, gebruikt om te verdedigen tegen vijanden, plek om aan te wonen en een route met panoramisch uitzicht over de Maas aan de noordzijde en het open landschap aan de zuidzijde. De dijk verbindt verschillende tijdslagen en dat is vandaag de dag nog te beleven aan het landschap. Het geeft de dijk een bijzondere waarde die we in stand willen houden en waarop we voortborduren voor een betekenisvolle toekomst.

Een veranderend rivierenlandschap

De basis voor de omgeving van de dijk tussen Lith en Bokhoven is de Nederlandse rivierdelta. De grote rivieren stroomden vlechtend door een brede riviervlakte. Zo'n 10.000 jaar geleden, tijdens het Holoceen, veranderde de Maas van een vlechtende rivier naar een meanderende rivier. Daarmee werd de bedding van de rivier smaller en gevoeliger voor overstromingen. Wanneer de Maas buiten haar oevers trad, zorgde dit voor afzetting van sediment. Direct langs de rivierloop werd grof, zandig materiaal afgezet en vormden oeverwallen. Rivierverleggingen die in de loop van de tijd hebben plaatsgevonden zijn nu nog te herkennen in de ondergrond met een variatie van lagen met grof en fijner zand en klei.

Romeinen aan de Maas

Rond 57 voor Christus trokken de Romeinen het toentertijd moerassige en beboste Brabant in. Op strategische plekken, zoals aan een rivier of op een hoger gelegen zandrug, bouwden zij tempels. Bij Empel zijn restanten van een tempel gevonden en er aanwijzingen dat ook in Kessel een tempel aanwezig was. In de nabije omgeving van de beide voormalige tempels zijn stukken militaire uitrusting, sieraden en munten gevonden, wat op het vroegere grote belang van deze twee plekken duidt.

Strijd tegen het water

Gedurende de Late Middeleeuwen nam wateroverlast van de Maas toe. Er waren vaak overstromingen door hoog water. Om de polders stroomafwaarts te beschermen, werden meer en meer dijken gebouwd. Dit leidde tot opstuwing van het water en de noodzaak om ook stroomopwaarts de gebieden beter te beschermen. Tussen 1100 en 1300 begonnen monniken met het bedijken van de Maas tussen 's-Hertogenbosch en Grave. Helemaal stroomopwaarts bij Cuijk was minder bedijking nodig en koos men bewust om bij hoogwater de lagere komgronden te laten overstromen. Een kilometers brede rivier zocht via het achterland zijn weg van de Beerse Overlaat naar de Dieze bij 's-Hertogenbosch, waar het via de Bokhovense Overlaat weer de Maas in stroomde. Dit fenomeen kreeg de naam 'Beerse Maas'. Deze ontwikkeling zorgde er echter voor dat stroomafwaarts gelegen woningen langs de Maas tijdens hoogwater wekenlang geïsoleerd lagen doordat het water zowel door de rivier als door het achterland stroomde. Ook mochten de komgronden niet worden bebouwd om de doorstroming van water niet te belemmeren mochten er geen bomen of struiken aangeplant worden. De vruchtbare gronden kon men enkel gebruiken als hooiland. De situatie werd verbeterd toen de Bergsche Maas aangelegd kreeg. De Maas kreeg daarmee een eigen monding en hoefde niet meer bij Heerewaarden in open verbinding te staan met de Waal.

Pas na 1880, na een dijkdoorbraak en grote watersnood bij Lith, begon men na te denken over het verbeteren van de Maas. De Maas werd genormaliseerd, meanders (zoals bij Alem) werden rechtgetrokken, het zomerbed werd verbreed, oevers werden aangevuld en er werd een stuw aangelegd bij Lith. Ook de kenmerkende bakenbomen worden in die tijd aangeplant. Het sluitstuk was het verhogen van de Beerse Overlaat in 1942, waardoor de Beerse Maas ook aan zijn einde komt.

Buiten de periodes dat de Beerse Maas het komgebied besloeg, kon het overtollig regenwater niet meer natuurlijk afgevoerd worden naar de Maas. Op initiatief van de Hertog van Brabant werd de Hertogswetering gegraven. Via de Blauwe Sluis bij Gewande watert de Hertogswetering af op de Maas. Parallel aan de Hertogswetering werd de Roode Wetering aangelegd. In de jaren '30 en '40 zijn de sluizen die beiden weteringen scheidden van de Maas vervangen door het Hertogsgemaal en gemaal Caners.

Lange tijd ontbrak bebouwing en opgaand groen ten behoeve van de Beerse Overlaat, wat resulteerde in een zeer uitgestrekt open landschap. Vanaf 1950 is het landschap sterk onderhevig geweest aan schaalvergroting door ruilverkaveling. Daarnaast zijn in die tijd voor het eerst boerderijen in het komgebied gebouwd. Desondanks is de openheid goed bewaard gebleven. Dit landschap, in samenhang met de dijken, weteringen, wielen en sluizen, vertelt een groot deel van de strijd tegen het water van de Maas.

Zuiderwaterlinie

Het Brabantse grondgebied is vaak strijdtoneel geweest. Om Holland beter te beschermen werden de grote rivieren ingezet, zo ook de Maas. Eind zeventiende eeuw kreeg Menno van Coehoorn de opdracht om de verdediging vanuit het zuiden te verbeteren. Door de al aanwezige vestingsteden en linies aan elkaar te rijgen werd de basis gelegd voor de Zuiderwaterlinie. Naast dat de Maas een barrière vormde voor militairen om te overbruggen speelde ook de Beerse Overlaat een rol. Door deze onder water te zetten ontstond een dubbele linie: de Maas met daarvoor een extra waterlinie. Tijdens de 19e eeuw raakt het Zuidelijk Frontier geleidelijk in onbruik. Men vergeet de vestingwallen, forten, schootsvelden en grachten en deze elementen worden minder leesbaar in het landschap. Fort Crèvecœur kreeg echter een opwaardering en is nog steeds aanwezig.

Werken tussen rivier en hooiland

De belangrijkste bron van inkomsten binnen de dorpen langs de Maas is lange tijd de landbouw geweest. Door de aanwezigheid van de Beerse Maas is het achterland van de Maasdijk lang alleen als grasland geschikt geweest. Kleine akkers vond men alleen op de hogere oeverwallen. De Koornwaard is een bijzonder voorbeeld van oude landbouwgrond, hoger gelegen in de uiterwaarden, met verkaveling die nog intact is en veel kleine landschapselementen. De kleine boerenbedrijven waren door de overstromingen aangewezen op hooiland en daarmee was veehouderij de gedwongen optie. Naast landbouw zorgde rivier gerelateerd werk voor inkomsten. Er vond tot de 19e eeuw visserij plaats. Verder waren de uiterwaarden een plek om grondstoffen te winnen voor productie van bouw materiaal. Vanaf de jaren '60 worden grote zandwinningsputten gegraven langs de Maas. Het zand wordt gebruikt voor de aanleg van woonwijken en uitbreiding van het wegennetwerk. Voorbeelden zijn de Lithse Ham, De Zandmeren en de Koornwaard. Waar in eerste instantie de focus alleen lag op het winnen van zand, veranderde later het perspectief op deze plekken. Kansen voor natuur en recreatie werden opgepakt en er ontstonden strandjes, wandelrondes, kampeerplekken en natuurgebieden rondom deze plassen.

Wonen aan de Maas

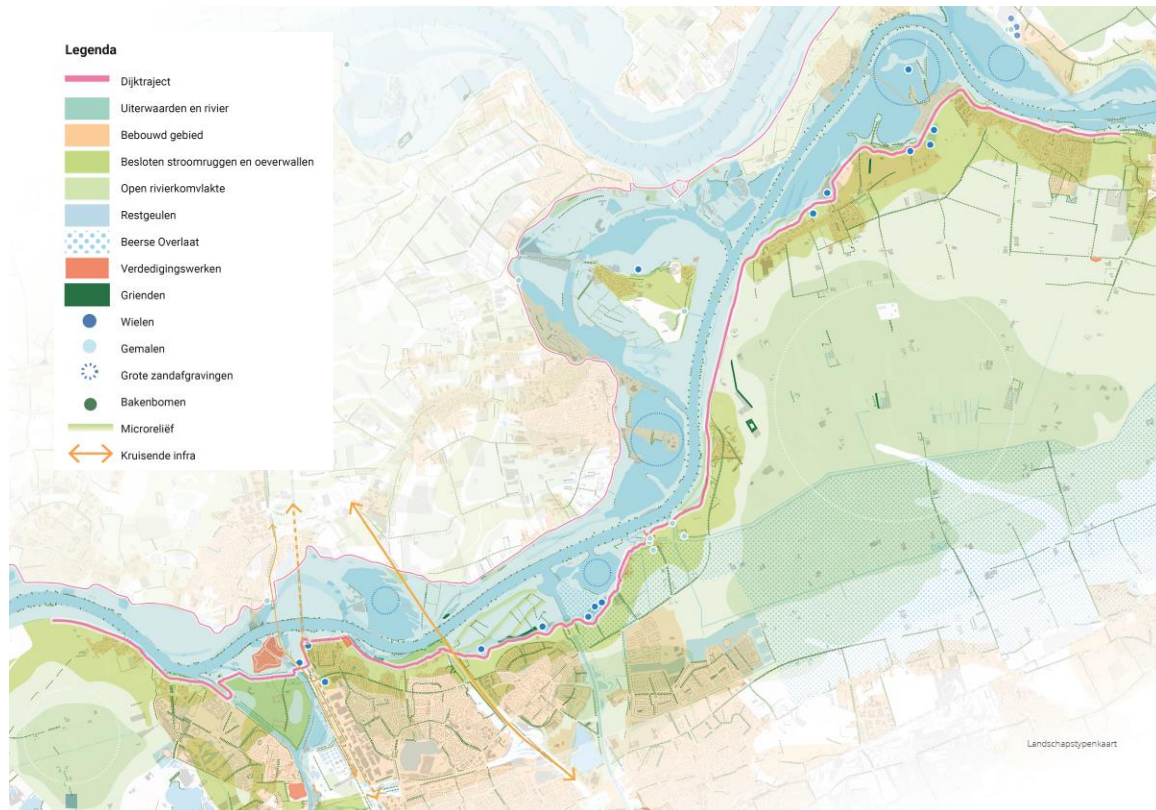
De hoger gelegen gronden rondom de rivier zijn altijd aantrekkelijke plekken geweest om te wonen. Van oudsher vond bewoning plaats op de hoger gelegen oeverwallen (zoals Kessel en Bokhoven), oude stroomruggen (Lithoijen en Maren) en donken (Oud-Empel). Na de bedijking van de Maas vonden uitbreidingen van de middeleeuwse dorpen plaats langs de dijk. De dorpen kenmerken zich door de opspanning van bebouwing tussen de dijk en achterstraat. Tijdens de oorlog zijn zowel Maren als Kessel grotendeels verwoest. Tijdens de Wederopbouw zijn deze twee dorpen als één nieuw dorp, Maren-Kessel, opgebouwd. Ook 't Wild had het zwaar te verduren gehad. Het buurtschap werd iets zuidelijker opnieuw opgebouwd. Latere uitbreidingen van de dorpen zijn relatief bescheiden en vinden planmatig plaats.

Landschappelijke karakteristieken

De geschiedenis en het verhaal van de dijk heeft effect op hoe het landschap er vandaag de dag uit ziet. De dorpen bevinden zich op hoger gelegen stroomruggen en volgen de loop van de rivier. Beplanting, oude ontginning en bebouwing zorgen ervoor dat de stroomruggen een kleinschalig en besloten karakter hebben. Het achterliggende komgebied is juist heel open doordat het jarenlang enkel als hooiland in gebruik was. Het gebruik van de polder is primair agrarisch, en heeft een sterke relatie met de oeverwal en de uiterwaarden. Ook ligt er een belangrijk weidevogelgebied in de polder. De Maas zelf was aanleiding voor de aanleg van dijken. Kenmerkend is het slingerende verloop van de dijk en wielen als gevolg van dijkdoorbraken. Oude afzettingen hebben geleid tot een bijzonder microreliëf in de uiterwaarden. De uiterwaarden omvatten hier en daar nog grienden en restanten van maasheggen. De normalisatie van de Maas is een duidelijke nieuwere tijdslaag in het landschap, met het rechte verloop en de bakenbomen. Hierbij horen ook de zandafgravingen die in de vorige eeuw zijn ontstaan die grote open ruimtes tussen de dijk en de Maas vormen. Verder zijn de weteringen en gemalen als onderdeel van het watersysteem

kenmerkend voor omgeving. Tot slot zijn ook nog delen van de voormalige Zuiderwaterlinie herkenbaar in en om het gebied, met Fort Crèvecoeur als grootste element.

Afbeelding 2.1 Landschapstypenkaart (Royal HaskoningDHV, Witteveen+Bos, Robbert de Koning Landschapsarchitect BNT, Waterschap Aa & Maas, 2024)



Ontwikkeling van het dijktraject

Het grootste deel van de dijk is oud en vindt zijn oorsprong in 1300 of zelfs eerder (wielen zijn aanwijzingen van voormalige dijkdoorbraken). Een opvallend jonger stuk is de bedijking rondom de Henriëttewaard. Hier is de dijk in verschillende fases aangelegd door ontwikkelingen in het watersysteem van de Dieze. De normalisatie van de Maas heeft grote invloed gehad op het tracé van de Maas. Dit is zichtbaar bij de Wildse Dijk uit de jaren 30, die breed en recht is in contrast met het slingerende smalle verloop van de oudere stukken dijk. Ook ter hoogte van de Maasboulevard zijn delen van de oevers aangevuld en rechtgetrokken. In recentere dijkversterkingen zijn in sommige gevallen bijzondere maatregelen genomen om de waterveiligheid te garanderen. Zo zijn nieuwe dijken aangelegd bij Gewande en Oud-Empel, omdat er bij de oude dijk door bewoning geen ruimte voor een verdere versterking was. Daarnaast zijn in Oud-Empel coupures in muurtjes aangebracht om het binnendijkse gebied te beschermen. Het oudste deel van de dijk bij Bokhoven is versterkt met behulp van een tuimelkade, zodat binnendijkse bebouwing niet aangetast wordt.

Infrastructuur en verkeer

De dijk is onderdeel van de infrastructuur rondom de Maas en zorgt voor de ontsluiting van de woningen aan de dijk, heeft op sommige plekken een regionale ontsluitingsfunctie en vormt onderdeel van de recreatieve ontsluiting. De weg op de dijk verschilt daarbij van N-weg tot dorpsweg en van fiets- tot wandelverbinding. Voor een groot deel is de dijk bereikbaar met de auto. Op een aantal plekken is alleen fiets- en voetverkeer toegestaan of is de dijk geheel ontoegankelijk voor zowel gemotoriseerd als langzaam verkeer. De dijk is goed bereikbaar vanuit de dorpen en het buitengebied door meerdere dijkopgangen. Het buitendijkse gebied, wat met name een natuur- en agrarische functie heeft, bevat een beperkt aantal verbindingen van en naar de dijk gericht op bestemmingsverkeer en recreanten. Opvallend is de beperkte

oversteekbaarheid van de rivier. Er is een auto- en spoorbrug bij 's-Hertogenbosch. Naar het oosten is men aangewezen op veerverbindingen.

Afbeelding 2.2 Wegenkaart



Recreatie

De dijk biedt door zijn hogere ligging in het landschap een panorama over het gebied, zowel binnendijs als buitendijs. Dit maakt de dijk aantrekkelijk voor recreatie. Er is een uitgebreid recreatief netwerk aanwezig. Het fiets- en wandelknooppuntennetwerk loopt over bijna de hele lengte van het dijktracé tussen Lith en Bokhoven. Er lopen een aantal langeafstandswandelingen door de uiterwaarden en daarnaast zijn de uiterwaarden als uitloophoeve van 's-Hertogenbosch ook goed toegankelijk via verschillende informele paden. Bij Maren-Kessel, de Lithse Ham en Lith zijn er veerpontjes naar de Gelderse zijde van de Maas. Verder is er recreatie op en aan het water met haventjes en strandjes. Bij het voormalige fort Blauwe Sluis en de historische gemalen van de Hertogswetering en de Roodewetering komen recreatie en cultuurhistorie samen.

Water

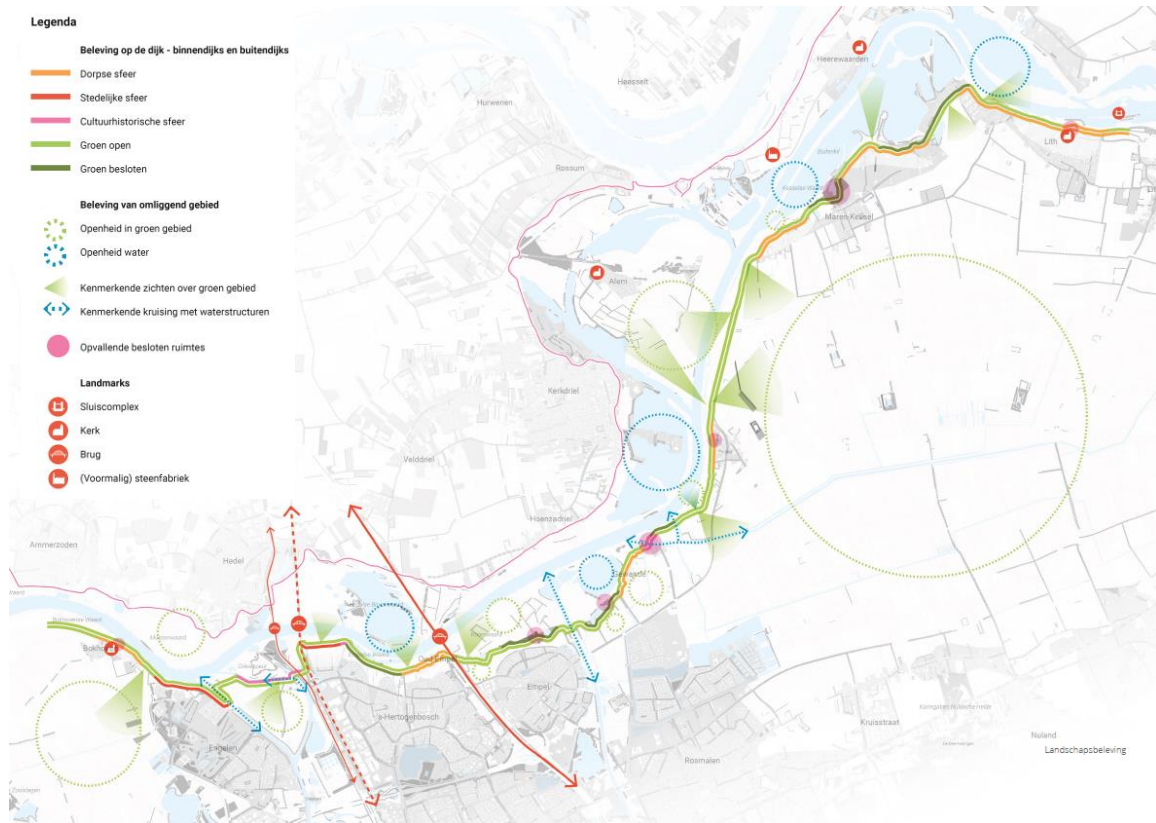
De Maas heeft een belangrijke functie binnen de Rijn-Maasdelta voor de afvoer van regenwater uit het hele stroomgebied. De huidige ligging van de Maas is sterk beïnvloed door de Maas-normalisatie uit het verleden. De Maas is toen verbreed, verdiept en verkort door bochten af te snijden. Rondom het dijktraject Lith-Bokhoven zorgt de Maas ook voor afwikkeling van water uit het gebied ten zuiden van het projectgebied. Via sluizen stroomt het water vanuit de Dieze, Gekanaliseerde Dieze en het Maximakanaal naar de Maas. Verder zijn in het gebied gemalen aanwezig om water vanuit polders naar de Maas te pompen.

Landschapsbeleving

Het landschap rondom de dijk bij Lith-Bokhoven is zeer afwisselend. Zowel binnen- als buitendijs zijn verschillende sferen te herkennen: stedelijk, dorps, agrarisch, natuurlijk en op sommige punten ook duidelijk gerelateerd aan cultuurhistorie (bij Fort Crèvecoeur en de gemalen bij Gewande). Daarnaast is er een

afwisseling tussen open en beslotenheid. Het ene moment loopt de dijk door een dorp met bebouwing tot op de weg, het andere moment biedt de dijk een weids uitzicht over het open agrarisch landschap. Het spoor en de Treurenburg zorgen voor een knip de beleving van het dijktraject. Verschillende hoogtes en verkeerskundige elementen komen samen waardoor de dijk niet leesbaar is.

Afbeelding 2.3 Landschapsbelevingskaart



Cultuurhistorische waarden en archeologie

De dijk en zijn omgeving hebben een lange, rijke geschiedenis. Verschillende onderdelen hiervan zijn aangewezen als (rijks-) monument of vastgelegd als 'waardevol' in beleid.

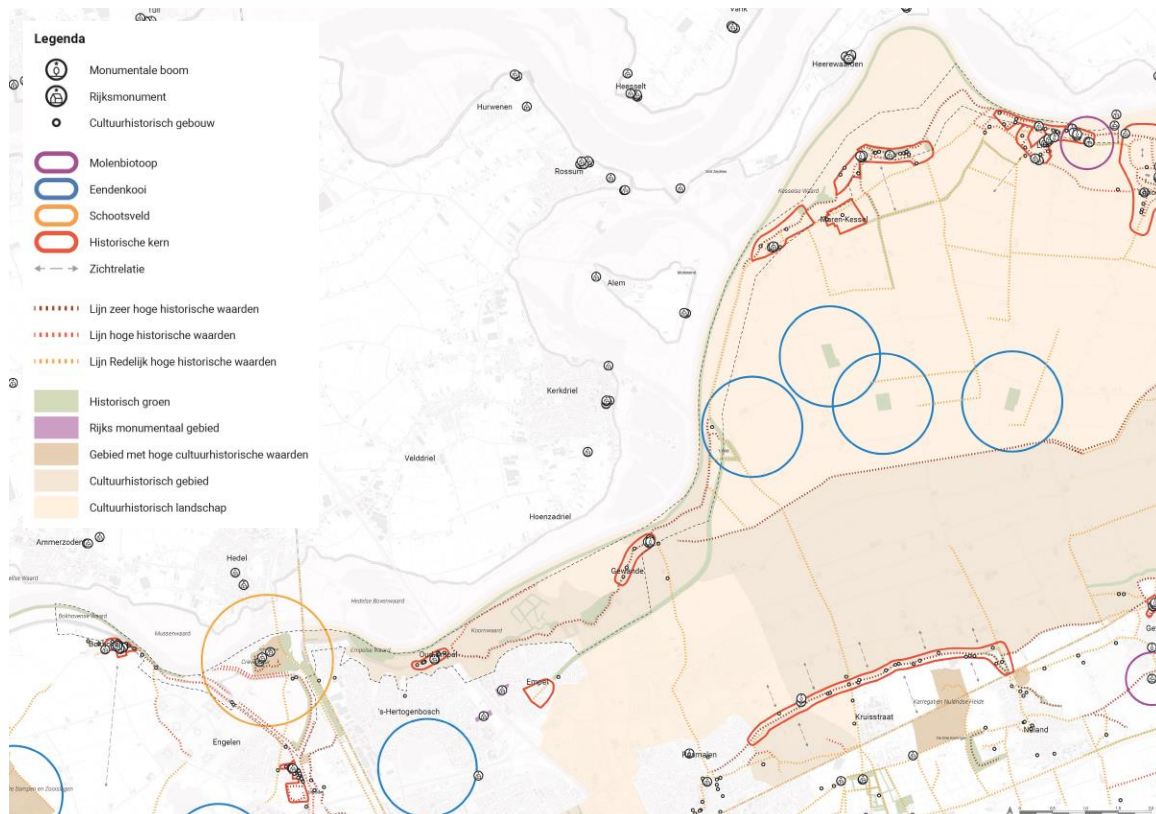
Aan de dijk is een aantal rijksmonumenten te vinden. De meeste monumenten zijn oude boerderijen of woonhuizen. Opvallende rijksmonumenten zijn La Licorne in Bokhoven, Fort Crèvecoeur (het monument omvat de grotere contour van het verdedigingswerk), de historische gemalen bij Gewande en de sluis bij Lith.

Op de Cultuurhistorische Waardenkaart van de provincie Noord-Brabant zijn een aantal gebieden aangewezen als Cultuurhistorische waardevol gebied van provinciaal belang: Gewande (als uniek complex waar zeven eeuwen waterstaatgeschiedenis is geconcentreerd), de Koornwaard en Beerse Overlaat. Fort Crèvecoeur is door de provincie aangewezen als complex van cultuurhistorisch belang. Overige waarden die staan aangeduid op de provinciale waardenkaart, vallen onder het aspect historische stedenbouw (bebouwingsstructuur van Lith, Maren, Kessel, Gewande, Oud-Empel en Bokhoven) en het aspect historische geografie (dijktracé, kades en onderdelen Linie 1629).

Enkele dorpsgezichten zijn gemeentelijk beschermd: Gewande, Oud Empel, Bokhoven. Gemeentelijk monumenten zijn, onder andere, het voormalig gemeentehuis van Maren, Kessel en Alem en het veerhuis in Bokhoven. Verder is er in Lith een molen aanwezig met beschermde molenbiotoop en zijn er eendenkooien met een afpalingsrecht waarbinnen er van oorsprong stilte en rust dient te zijn.

In de omgeving van de dijk liggen verder een aantal archeologische monumenten, zoals bij Lith en Empel, variërend van archeologische waarde tot hoge archeologische waarde. Een belangrijke plek aan de dijk is een terrein van hoge archeologische waarde bij Empel. Hier liggen resten van een tempel uit de ijzertijd-Romeinse tijd. Daarnaast is het gebied vanaf Maren-Kessel richting het oosten op provinciaal niveau aangeduid als 'Archeologisch landschap', genaamd 'Maaskant'. Door de aanwezigheid van oude stroomgordels met vroeger mogelijk bewoning is het aantal archeologische waarnemingen hier bijzonder groot. In de Henriëttewaard ligt het gemeentelijke archeologisch monument 'Hoornwerken Linie 1629 Henriëttewaard'.

Afbeelding 2.4 Kaart met rijksmonumenten en archeologische waarde



Natuurwaarden

Rondom de dijk, met name in het westelijk deel van het projectgebied, liggen gebieden die onderdeel uitmaken van het Natuurnetwerk Brabantgebieden (NNB). De rivier zelf is ook onderdeel van dit natuurnetwerk en vormt een belangrijk oost-westverbinding. Een aantal grote Natuurnetwerk Brabantgebieden in de directe omgeving van de Maasdijk zijn: het Soldatenwiel, de Lithse Ham en Buitenkil, de uiterwaarden bij 't Wild, de Koornwaard, Empelse Waard, Fort Crèvecoeur en Bokhovense Waard. De Natuurnetwerk Brabantgebieden zijn op dit moment nog enigszins versnipperd en een doorgaand, aaneengesloten netwerk van natuur in de uiterwaarden is er nog niet. Richting Maren-Kessel en Lith liggen hiervoor kansen. Ook de robuustheid van de huidige gebieden zou versterkt kunnen worden door verbindingen binnen de gebieden te verbeteren.

Het plangebied maakt geen deel uit van Natura 2000. Het dichtstbijzijnde Natura 2000-gebied is 'Rijntakken' in Gelderland. Bij Heerewaarden is de afstand tot dit gebied het kleinst, zo'n 600 meter. Binnen 25 km liggen bijvoorbeeld ook nog 'Vlijmense Ven, Moerputten & Bossche Broek' en 'Loonse en Drunense Duinen & Leemkuilen' (zuidwestelijk van 's-Hertogenbosch).

Bijzonder zijn de stroomdalgraslanden die onder andere in de Koornwaard voorkomen. Dit hangt samen met de kalkrijke ondergrond, die is ontstaan via de invloed van de Waal. Via de vistrappen bij Crèvecoeur en

Empel kunnen vissen de dijk passeren naar het achterland toe. Met name bij het Kanaalpark, en bij de Diezemonding bij de Henriëttewaard liggen kansen om rondom de dijk de uitwisseling tussen binnendijkse en buitendijkse natuur te vergroten.

Belevingswaarden

Vanuit het gebruikers- en belevingswaarden onderzoek en de werkplaatsen is input opgehaald over functies, waarden en uitdagingen in het gebied.

Als sterke waarden kwamen waterveiligheid, natuur, erfgoed en cultuurhistorie, recreatie, en de ruimtelijke kwaliteit van bijvoorbeeld de dijkdorpen naar voren. Langs de dijk noemt men verschillende waardevolle objecten, vooral op het gebied van (cultuur)historie en natuur. Het thema verkeer wordt ervaren als een grote uitdaging in het gebied: geluidsoverlast van motorrijders; gevaarlijke situaties op smalle stukken; en belemmeringen voor recreanten te voet en te fiets.

Mensen zien kansen om de dijk en de omgeving te verbeteren door meer recreatie en natuur toe te voegen en de verkeersveiligheid te vergroten. Voorstellen die men doet zijn onder andere: (1) het wandelnetwerk door de uiterwaarden uitbreiden, (2) minder verkeer op de dijk, (3) de dijk en uiterwaarden beter bereikbaar maken voor bewoners uit Empel en de Groote Wielen en (4) de oversteken over de N625 veiliger maken, zowel vanuit de wijken als bij de Wildse Dijk. Op het gebied van duurzaamheid vinden mensen aandacht voor biodiversiteit en minder regulier vervoer belangrijk.

3

OPGAVEN EN DOELEN

3.1 Opgaven

3.1.1 Waterveiligheidsopgave

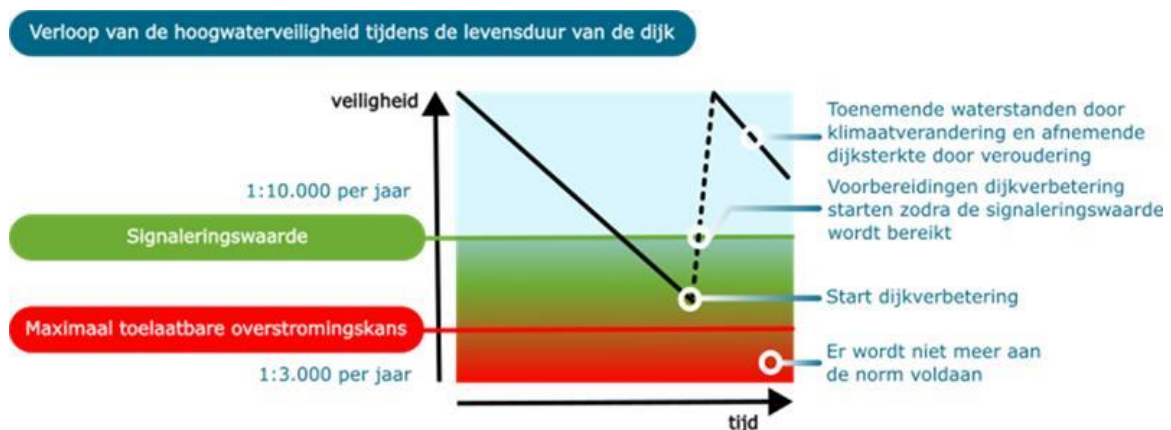
De dijk tussen Lith en Bokhoven is in zijn geheel afgekeurd en dient daarom versterkt te worden. Hieronder volgt een verdere toelichting over wat de waterveiligheidsopgave precies is en welke problemen er kunnen optreden.

Waterveiligheidsnorm voor de dijk

De dijk dient te voldoen aan de nieuwe wettelijke veiligheidsnormen voor primaire waterkeringen die in 2017 zijn vastgesteld. Voor de dijk tussen Lith en Bokhoven is in de Omgevingswet een maximale toelaatbare overstromingskans van 1 op 3.000 per jaar vastgesteld. Dit betekent dat de dijk zo sterk moet zijn dat de kans op overstroming niet groter is dan 1 op 3.000 per jaar. Verder geldt er een signaleringswaarde van 1 op 10.000 jaar om te starten met voorbereidingen voor een nieuwe dijkversterking (zie afbeelding 3.1).

Bij beoordeling van de dijk tussen Lith en Bokhoven in 2020 is geconcludeerd dat de dijk zowel niet voldoet aan de signaleringswaarde van 1:10.000 als aan de ondergrens van 1:3000 en moet de dijk daarom worden versterkt. Aan het eind van de levensduur moet de dijk nog steeds voldoen aan de ondergrens: van een overstromingskans van 1 op 3.000 per jaar.

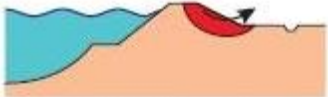
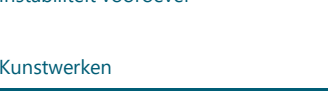
Afbeelding 3.1 Verloop waterveiligheid tijdens levensduur van de dijk



Veiligheidsbeoordeling op basis van faalmechanismen

Bij het beoordelen en ontwerpen van te versterken dijken kijken we naar de kans dat de dijk bezwijkt. Een dijk kan om verschillende redenen bezwijken, dit noemen we faalmechanismen. Bij het beoordelen en ontwerpen van dijken onderscheiden we acht faalmechanismen (zie tabel 3.1). De totale kans op falen is de som van de kansen van alle faalmechanismen voor de dijk en de kunstwerken.

Tabel 3.1 Overzicht faalmechanismen dijk en kunstwerken

Nummer	Faalmechanisme	Uitleg
1	Piping en heave 	Bij dit mechanisme stroomt water via een zandlaag onder een dijk door en komt het achter de dijk weer omhoog. Hierdoor kan een 'wel' ontstaan. Na verloop van tijd kan het water zand meevoeren en begint er een kanaal (pipe) onder de dijk te ontstaan. Als dit proces langer doorgaat, vormt zich een doorgaande verbinding tussen het buitenwater en het achterland. Uitslijting van het kanaal leidt uiteindelijk tot het instorten van de dijk. Bij heave gaat het over de verticale korrelspanning in een zandlaag die kan wegvallen onder invloed van een verticale grondwaterstroming waardoor de dijk bezwijkt.
2	Macro-instabiliteit binnenwaarts 	De dijk kan aan de landzijde afschuiven (in elkaar zakken) door een te hoge grondwaterdruk onder en achter de dijk.
3	Macro-instabiliteit buitenwaarts 	De dijk kan bij een lage waterstand aan de rivierzijde afschuiven (in elkaar zakken) door een te hoge waterdruk in de dijk (na hoogwater en/of bij veel regen).
4	Micro-instabiliteit 	Erosie van het talud dat optreedt door uittredend grondwater, bijvoorbeeld ten gevolge van een langdurig hoogwater. Dit leidt tot het ontstaan van scheuren en verzakkingen en uitspoeling van materiaal uit de dijk.
5	Overloop 	De dijk is te laag en water stroomt er overheen.
6	Overslag 	De dijk beschadigt als er bij veel wind water over de dijk slaat.
7	Bekleding 	Golven en stroming kan leiden tot beschadiging van de bekleding van de dijk. Dit maakt de dijk kwetsbaar.
8	Instabiliteit vooroever 	Door aantasting van de vooroever kan de dijk aan de rivierkant in elkaar zakken.
9	Kunstwerken 	Een kunstwerk kan onvoldoende sterk of veilig zijn.

Op welke faalmechanismen is de dijk tussen Lith en Bokhoven afgekeurd?

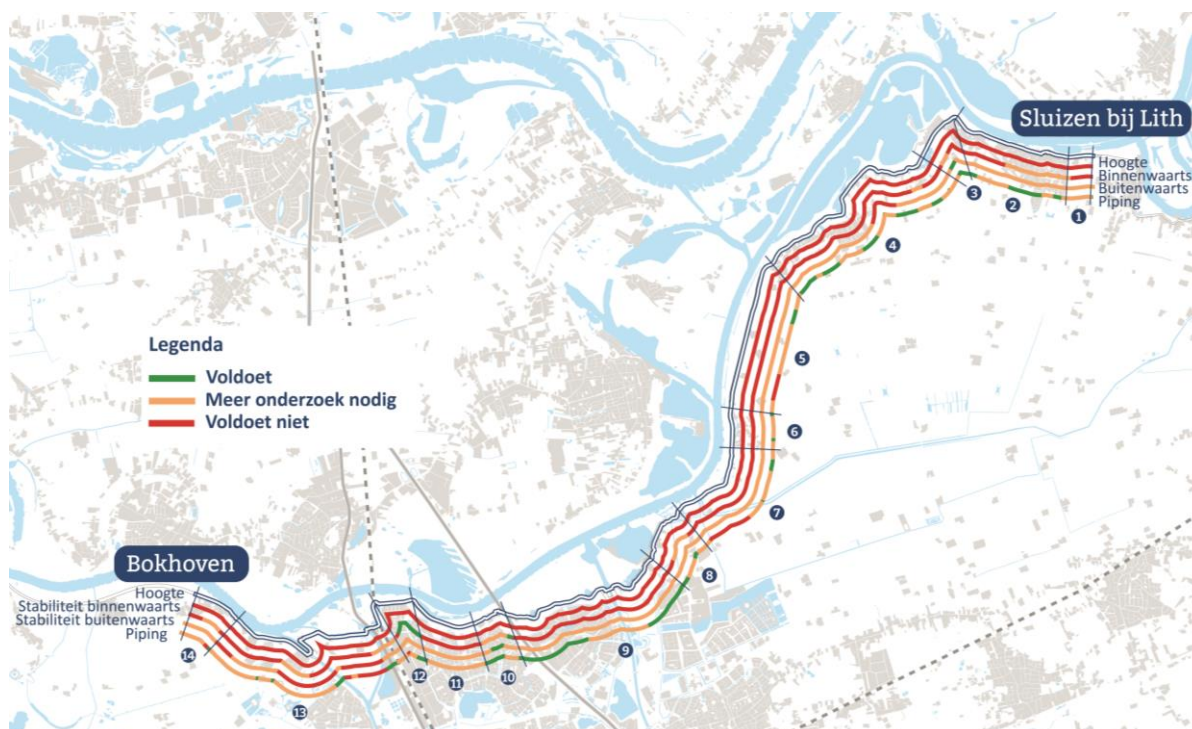
De dijk tussen Lith en Bokhoven is afgekeurd op de faalmechanismen hoogte, macro-instabiliteit binnenwaarts en buitenwaarts en piping en heave. Naast deze opgave zijn verschillende waterkerende constructies afgekeurd.

Aanscherping van de waterveiligheidsopgave tijdens het project

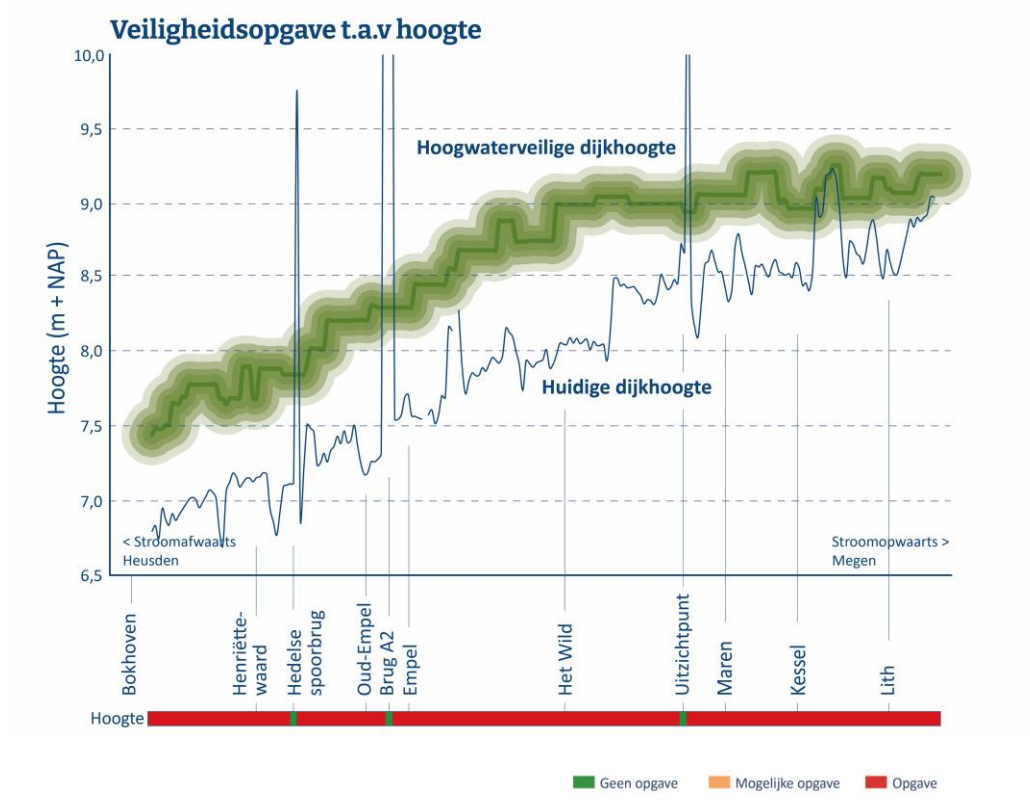
Waterschap Aa en Maas versterkt de hele dijk binnen het project Lith-Bokhoven integraal voor de komende 50 jaar (ontwerplevensduur van de dijk). We scherpen de waterveiligheidsbeoordeling tijdens de verkenningfase aan op basis van aanvullende onderzoeken. In aanloop naar de kansrijke alternatieven fase zal hiertoe ook nog extra grondonderzoek plaatsvinden. Hiermee wordt de waterveiligheidsopgave steeds duidelijker en stabiel. In de onderzoeken en ontwerpen kijken we 50 jaar vooruit ten opzichte van de realisatiefase in 2030, te weten 2080. Door de ontwerplevensduur van de dijk mee te nemen, versterkt Waterschap Aa en Maas de dijk voor lange tijd.

Afbeelding 3.2 geeft de aangescherpte waterveiligheidsopgave weer van de dijk bij Lith-Bokhoven voor het zichtjaar 2080. Hier staat per faalmechanisme (hoogte, macro-instabiliteit binnenwaarts en buitenwaarts en piping en heave) aangegeven of de dijk hier wel of niet aan voldoet. Afbeelding 3.3 geeft een indicatie van de grootte van de hoogteopgave. Naast deze opgave zijn verschillende waterkerende constructies afgekeurd.

Afbeelding 3.2 Aanscherping waterveiligheidsopgave voor zichtjaar 2080, bovenaanzicht



Afbeelding 3.3 Indicatie grootte hoogteopgave langs het dijktraject na aanscherping waterveiligheidsopgave



Uitdaging voor veilig, ingepast en toekomstbesteding ontwerp bij de dijkdorpen

Met deze waterveiligheidsopgave staan we voor een technisch uitdagende dijkverbetering. In de dijkdorpen Lith, Maren-Kessel, 't Wild, Gewande, Oud-Empel en Bokhoven staat veel (soms monumentale) bebouwing op of direct aan de dijk, zowel aan binnendijkse als buitendijkse zijde. Ook liggen er op verschillende plekken wielen die de mogelijkheden voor buitendijkse maatregelen mogelijk beperken. Het is een uitdaging om hier met een ontwerp voor een veilige en goed ingepaste dijk te komen. Daarbij komen ook dilemma's en keuzes aan de orde over adaptiviteit, locatie, maakbaarheid en uitbreidbaarheid in de toekomst.

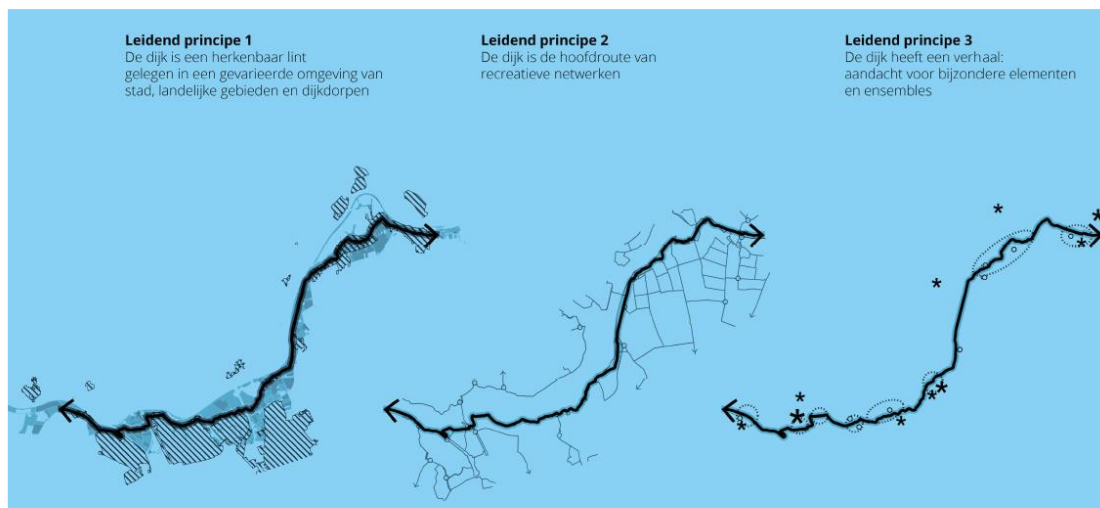
3.1.2 Inpassingsopgave

Naast de veiligheidsopgave heeft een dijkverbeteringsproject ook altijd een inpassingsopgave. De inpassingsopgave heeft als doel 'de essentiële waarden van het gebied tenminste op gelijk niveau houden'. Dit is in het, door de stuurgroep vastgestelde ruimtelijk kwaliteitskader, vertaald naar drie leidende ontwerpprincipes (afbeelding 3.4):

- de dijk is een herkenbaar lint gelegen in een gevarieerde omgeving van stad, landelijke gebieden en dijkdorpen;
- de dijk is de hoofdroute van recreatieve netwerken;
- de dijk heeft een verhaal: aandacht voor bijzondere elementen en ensembles.

De ensembles zijn plekken met een bijzondere kwaliteit en samenhang die breder is dan alleen de dijk zelf. De dijk is heel divers en dat is een belangrijke karakteristiek van het hele traject. Binnen de ensembles is juist een samenhangende historie en ontwikkeling te herkennen. We onderscheiden de volgende ensembles: de historische kern van Lith, de dijkdorpen Maren en Kessel, het fort en de gemalen Blauwe Sluis, de historische kern van Oud-Empel, de Koornwaard, de Maasboulevard, fort Crèvecoeur, de Henriëttewaard en de historische kern van Bokhoven.

Afbeelding 3.4 Leidende ontwerpprincipes vanuit het Ruimtelijk Kwaliteitskader dijkverbetering Lith-Bokhoven (Royal HaskoningDHV, Witteveen+Bos, Robbert de Koning Landschapsarchitect BNT, Waterschap Aa & Maas, 2024)



3.2 Doelen

Hoofddoelstelling en integrale aanpak

De hoofddoelstelling van het project dijkverbetering Lith-Bokhoven is het laten voldoen van de primaire waterkering tussen de stuw Lith en het dorp Bokhoven aan de landelijke normen voor primaire waterkeringen en het inpassen van de bestaande waarden en functies, zodat de waterveiligheid voor bewoners en bedrijven in 's-Hertogenbosch, Oss en omgeving gewaarborgd is. Dit doen we door de dijk te versterken met aandacht voor de ruimtelijke kwaliteit van de dijk in zijn omgeving. Daarbij onderzoeken we hoe we maatschappelijke meerwaarde kunnen realiseren met de dijkverbetering. Vanuit een gedeelde visie op het gebied gaat Waterschap Aa en Maas samen met de betrokken partners op zoek naar de balans tussen maatschappelijke meerwaarde toevoegen voor de regio en een maakbaar, betaalbaar en vergunbaar plan.

Het project dijkverbetering Lith-Bokhoven heeft de volgende doelstellingen:

- verbeteren van de dijk zodat deze voldoet aan de wettelijke norm;
- het verbeteren van het verkeer op de dijk;
- verbeteren van recreatiemogelijkheden en versterken van toerisme;
- versterken van de natuur en biodiversiteit;
- beperken overstrooming vanuit het regionale watersysteem;
- ruimtelijke kwaliteit verbeteren en erfgoed beleefbaar maken;
- het realiseren van een CO2-neutraal en maximaal circulair project.

Verbeteren van de dijk zodat deze voldoet aan de wettelijke norm

De ligging van Nederland aan de Noordzee en de aanwezigheid van meerdere grote rivieren maakt ons land kwetsbaar voor overstromingen. Bescherming tegen hoogwater is en blijft dan ook van levensbelang. In 2017 zijn hiervoor in Nederland nieuwe strengere normen voor waterveiligheid vastgesteld. Om aan deze normen te voldoen moeten de dijken in Nederland worden versterkt. Zo ook de dijk vanaf de sluis bij Lith tot en met het dorp Bokhoven.

Werken aan waterveiligheid houdt nooit op. Bij de keuzes die we met de dijkverbetering maken kijken we ook wat dit betekent voor de mogelijkheden en beperkingen van dijkverbeteringen in de verdere toekomst en ontwikkelingen in het gebied. Deze vraagstukken ten aanzien van toekomstbestendigheid spelen met name bij de dijkdorpen waar de oplossingsruimte beperkt is. De uiterwaarden tussen Lith en Bokhoven zijn klein en bieden daarmee amper potentie voor maatregelen die de waterstand serieus laten dalen. Er is daarnaast geen opgave om waterstandsdeling te realiseren door rivierverruimende maatregelen vanuit het

Rijk (zoals het vroegere Ruimte voor de Rivier). Het zoeken van compensatie voor rivierwaartse versterking van de dijk (indien onvermijdbaar) is wel onderdeel van het project om tot een vergunbaar plan te komen.

Het gaat daarbij om:

- voldoen aan de wettelijke norm van 1/3.000;
- inpassing bestaande waarden;
- toekomstbestendigheid van de te maken ontwerpkeuzes.

Het verbeteren van het verkeer op de dijk

De dijk vormt een belangrijke verkeersas waar verkeersdeelnemers (wandelaars, fietsers, motoren, trekkers, auto's) samen komen. Vanuit de omgeving en gemeenten is er behoefte om recreatief gebruik van de dijk meer te faciliteren. Tegelijk roept de toename van het (recreatief) gebruik van de dijk vanuit de omgeving zorgen op over veiligheid en overlast. De dijkverbetering biedt kansen om het verkeer op de dijk te verbeteren.

Op twee locaties ligt de provinciale weg N625 op de dijk. De provincie wil het deel van de N625 dat de provincie in beheer heeft binnen de gemeente Oss, overdragen aan de gemeente. Hierover lopen al langer gesprekken. Dit roept de vraag op wat een gewenste toekomstige inrichting van deze weg is en wat dit dan betekent voor de inrichting van de dijk.

Het gaat daarbij om:

- bepalen visie toekomstig gebruik van de weg op de dijk door wegbeheerders;
- op basis van de visie maatregelen bepalen die daarvoor nodig zijn.

Verbeteren van recreatiemogelijkheden en versterken van toerisme

De dijk, de Maas en de uiterwaarden zijn een geliefd gebied voor bewoners en toeristen om te ontspannen en genieten. De gemeenten hebben de ambitie om de toegankelijkheid van dit gebied en de mogelijkheden om te recreëren te vergroten. Het gaat hierbij ook om de Henriëttewaard en het gebied tussen de stad Den Bosch en de dijk (zie ook het projectgebied). Hiermee wordt bijgedragen aan een prettige en gezonde leefomgeving voor hun inwoners.

Het gaat daarbij om:

- nieuwe recreatiegebieden/-mogelijkheden (infrastructuur);
- uitbreiden van routestructuren (wandelen/fietsen);
- vergroten toegankelijkheid en belevingswaarde bestaande gebieden.

Versterken van de natuur en biodiversiteit

De uiterwaarden van de Maas zijn een belangrijke ecologische oost-west verbinding in Nederland. De Diezemonding, het Kanaalpark bij het Maximakanaal en de Hertogswetering vormen de verbinding met de beeksystemen van Dommel en Aa. De dijk zelf biedt ook mogelijkheden als ecologische verbinding en als ecotoop van soortenrijk grasland.

In de afgelopen jaren zijn delen van de uiterwaarden als natuur bestemd, beheerd en ingericht en is het Kanaalpark ontwikkeld. De gemeenten en de provincie hebben de ambitie om het natuurareaal in de Maasuiterswaarden, Henriëttewaard en het Kanaalpark te vergroten en onderling beter te verbinden en daarmee de biodiversiteit te verbeteren.

In de huidige situatie is er al veel druk op de bestaande natuurgebieden. Naar verwachting zal dit, door de groei van bewoners en vrijetijdsbesteding groeien in de toekomst. Dit roept de vraag op hoe dit beter valt te organiseren.

De provincie, waterschap en beide gemeenten hebben gezamenlijk een aanvraag ingediend bij het Rijk voor de Programmatische aanpak Grote Wateren (PAGW). Deze aanvraag gaat over de uiterwaarden die langs de dijk liggen tussen Lith en Bokhoven. De aanvraag is inhoudelijk akkoord bevonden maar er is nog geen Rijksgeld voor vrijgemaakt. Vooruitlopend over de besluitvorming hiervan onderzoeken we tijdens de verkenning wat een gewenste lange termijn ontwikkeling van de Brabantse uiterwaarden binnen het

projectgebied is als je rekening houdt met de dijkversterkingsopgave, landbouwtransitie, natuurdoelen (Natuurnetwerk Brabant, bosontwikkeling, natuurcompensatie), recreatie ontwikkelingen, et cetera.

Het gaat daarbij om:

- invulling geven aan Natuurnetwerk Brabant;
- uitwerking van de Programmatische Aanpak Grote Wateren doelen passend binnen projectgebied (wat past waar wel en niet);
- natuurlijker inrichten van de Henriëttewaard;
- invulling geven aan het deel van Kanaalpark binnen het projectgebied;
- beter beschermen kwetsbare natuurgebieden (zonering/begeleiding);
- dijk benutten als ecologische verbinding en ecotoop van soortenrijk grasland.

Beperken overstroming vanuit het regionale watersysteem

Als er veel water via de Maas naar 's-Hertogenbosch stroomt en er tegelijk veel water via de beken de Aa en de Dommel naar 's-Hertogenbosch stroomt kan het voorkomen dat het water uit de beken niet meer kan uitstromen in de Maas. Hierdoor dreigt overstroming van 's-Hertogenbosch vanuit het regionale watersysteem. Voor dit water moet een oplossing gezocht worden. Daarom ligt er nog een flinke opdracht voor Brabant. Er is de afgelopen jaren al veel ruimte gemaakt voor water, maar bij regenpieken moet er nog zeker 36 miljoen kubieke meter water in de regio opgevangen worden. Hiervoor is een project gestart:

Hoogwateraanpak Brabant Oost (HoWaBo, zie [https://www.aanenmaas.nl/in-jouw-](https://www.aanenmaas.nl/in-jouw-buurt/projectenkaart/howabo-hoogwater-aanpak-brabant-oost/)

[buurt/projectenkaart/howabo-hoogwater-aanpak-brabant-oost/](https://www.aanenmaas.nl/in-jouw-buurt/projectenkaart/howabo-hoogwater-aanpak-brabant-oost/)). Het project HoWaBo verkent elf

verschillende maatregelen in Oost-Brabant. Het gaat daarbij onder andere om:

- locatie gemaal en aansluitingen op dijk en waterloop als onderdeel van de ontwikkeling van de hele Henriëttewaard;
- waterberging in de Henriëttewaard.

De waterbergingsopgave in de Henriëttewaard zelf is geen onderdeel van de elf maatregelen. Maar de maatregelen voor de ontwikkeling van natuur en recreatie bieden mogelijk ook kansen om extra waterberging te realiseren en daarmee een bijdrage te leveren aan de waterberging.

Ruimtelijke kwaliteit verbeteren en erfgoed beleefbaar maken

De dijk en haar omgeving worden zeer gewaardeerd door de bewoners en bezoekers. De variatie tussen het open landschap, de historische dijkdorpen, de natuur in de uiterwaarden maken een aantrekkelijk en afwisselend landschap. We dragen zorg om deze kwaliteiten te behouden en tegelijkertijd zoeken we kansen om deze kwaliteiten te verbeteren.

Het gebied is daarnaast rijk aan erfgoed, archeologie en cultuurhistorie (zoals beschermde dorpsgezichten, de linie 1629 en fort Crèvecoeur). Dit betekent dat we enerzijds rekening dienen te houden met de bestaande waarden en wettelijke bescherming (zoals beschermde dorpsgezichten, monumenten, et cetera). Maar er zijn ook kansen om met de dijkverbetering erfgoed en cultuurhistorie zichtbaar en beleefbaar te maken. Het gaat daarbij om:

- toepassen leidende principes ruimtelijke kwaliteit;
- kansen benutten versterken ruimtelijke kwaliteit en beleefbaar maken erfgoed.

Het streven naar een CO₂-neutraal en circulair project

Duurzaamheid wordt steeds belangrijker. Het waterschap en de betrokken partners hebben elk ambities om duurzaam in te kopen en projecten uit te voeren, onder andere onder de vlag 'Duurzaam GWW'. Deze ambities richten zich onder andere op 2030, de periode waarin dit project de realisatiefase in gaat. De verkenningsfase van het project is hét moment om duurzaamheid en circulariteit in beeld te brengen. En via een kwantitatieve onderbouwing expliciet te maken wat de kansen zijn om te komen tot een CO₂-neutraal en circulair project en hoe zich dit verhoudt tot andere doelen en de kosten.

Het gaat daarbij om:

- minimaliseren CO₂ uitstoot tijdens de uitvoering;
- compenseren resterende CO₂ uitstoot;
- toepassen van klei uit het projectgebied voor de dijkverbetering.

4

TRECHTEREN NAAR HET VOORKEURSALETERNATIEF

4.1 Met een ontwerpend onderzoek naar het voorkeursalternatief

In verschillende stappen wordt toegewerkt naar het voorkeursalternatief voor de dijkverbetering (zie afbeelding 4.1). Het voorkeursalternatief bevat op z'n minst de hoofdkeuzes voor het ontwerp (bijvoorbeeld binnenwaarts of buitenwaarts versterken) en geeft duidelijkheid over het maximale ruimtebeslag. Via een iteratief proces zal worden getrechterd van vier mogelijke alternatieven naar een tweetal kansrijke alternatieven en uiteindelijk naar het voorkeursalternatief. De kansrijke alternatieven en het voorkeursalternatief worden samengesteld op basis van de beste componenten vanuit de voorgaande alternatieven (er is dus geen keuze voor één mogelijk of één kansrijk alternatief).

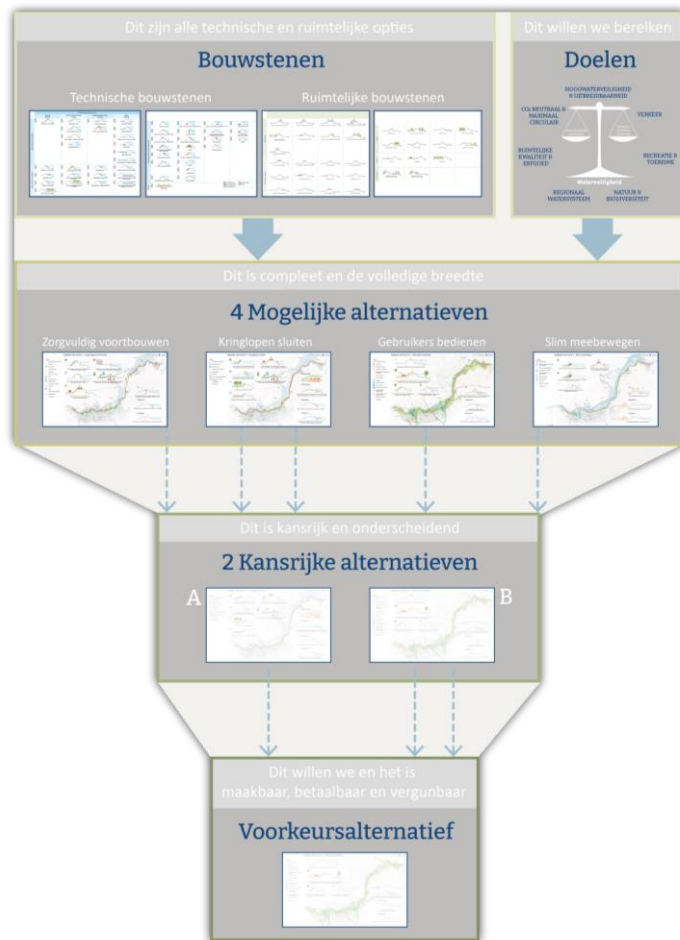
Aan de hand van de doelen, bouwstenen en verhaallijnen voor het gebied zijn vier mogelijke alternatieven samengesteld. In de vier mogelijke alternatieven is de volledige breedte van het speelveld in beeld gebracht om zo alle onderzoeksvragen voorbij te laten komen. Met het beantwoorden van de verschillende onderzoeksvragen wordt het speelveld gedurende de verkenningsfase steeds smaller, om uiteindelijk tot één integraal voorkeursalternatief voor de dijkverbetering te komen.

Het breed verkennen en tussentijds expliciet afwegen van ontwerpkeuzes zorgt ervoor dat zorgvuldige en navolgbare besluitvorming kan plaatsvinden.

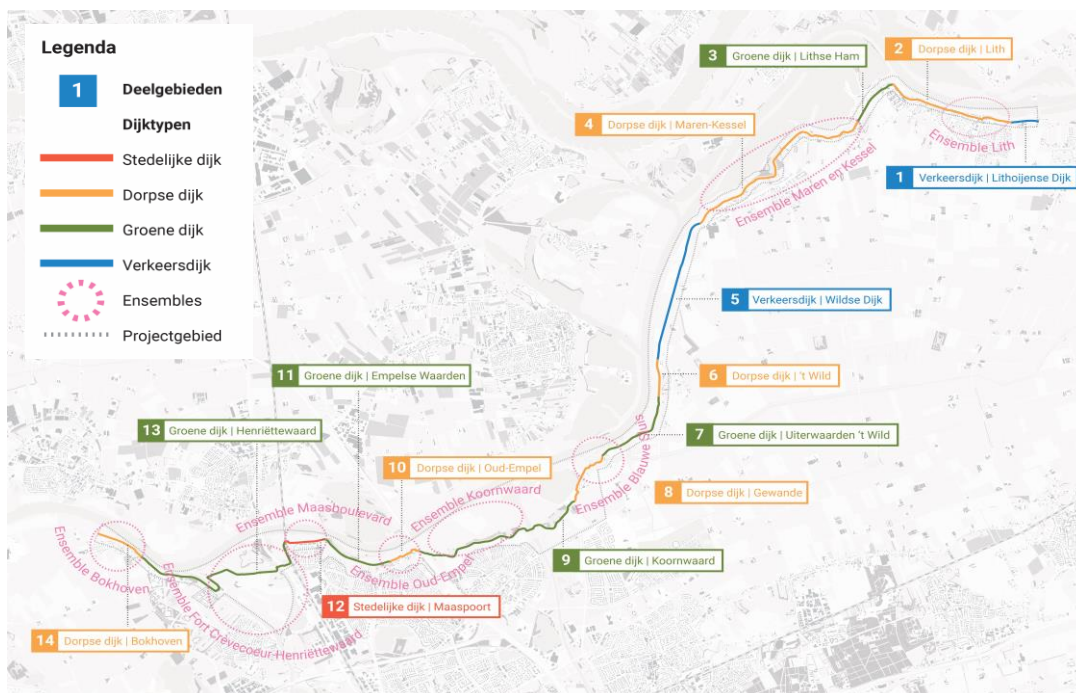
Indeling in deelgebieden ter ondersteuning van het ontwerpproces

De dijk zelf, maar ook het landschap zowel binnen- als buitendijks zien er verschillend uit. Om deze reden is in het ruimtelijk kwaliteitskader de dijk opgedeeld in 14 deelgebieden op basis van landschappelijke karakteristieken/typologieën (zie afbeelding 4.2). Naast de indeling in deelgebieden wordt gedurende het ontwerpproces ook gebruik gemaakt van een verdere opdeling in dijkvakken, die gebaseerd is op de geotechnische eigenschappen van de ondergrond, de ruimtelijke/functionele samenhang en de beschikbare bovengrondse ruimte om oplossingen potentieel in te passen. De opdeling in deelgebieden en dijkvakken helpt in de vervolgfases bij het maken van keuzes en het maken van een zorgvuldige afweging om te komen tot een voorkeursalternatief.

Afbeelding 4.1 Trechtering van bouwstenen naar voorkeursalternatief



Afbeelding 4.2 Indeling dijk in deelgebieden



4.2 Samen met de partners en omgeving

De dijkverbetering Lith-Bokhoven heeft naar verwachting een grote impact op de omgeving, omdat er veel functies zoals wonen en recreatie plaatsvinden op en rond de dijk. Daarmee biedt het ook kansen om andere uitdagingen in het gebied te adresseren. Om maatschappelijke meerwaarde te realiseren onderhoudt het projectteam nauw contact met de bestuurlijke partners en de omgeving (bewoners, bedrijven, agrariërs, grondeigenaren) in het gebied. We betrekken die omgevingspartijen middels verschillende bijeenkomsten met ieder hun eigen doel.

4.2.1 Intensieve samenwerking met partners via integrale ontwerpoverleggen

Vanuit een gedeelde visie op het gebied werkt Waterschap Aa en Maas samen met de betrokken partners (gemeentes, provincie, RWS, terreinbeheerders) aan de dijkverbetering Lith-Bokhoven om meerwaarde toe te voegen voor de regio. Intensieve samenwerking met de projectpartners vindt plaats in de integrale ontwerpoverleggen waarbij de projectpartners op uitnodiging aansluiten en inbreng leveren. In de integrale ontwerpoverleggen komen resultaten uit verschillende disciplines (ontwerp-techniek, bestuur-omgeving, realisatie-strategie) bij elkaar. Na synthese en terugkoppeling volgt verdere uitwerking binnen de verschillende disciplines. Dit zorgt ervoor dat iedereen goed op de hoogte is van wat er speelt en zorgt voor een duidelijke focus van het hele team gedurende het ontwerpproces.

4.2.2 Informeren en betrekken omgeving

De verkenningfase van het project begint bewust met brede blik. Daarmee biedt het ook voor belanghebbenden, in lijn met de Omgevingswet, de mogelijkheid om eigen ideeën in te brengen voor de geschetste opgaven. Door ideeën vroegtijdig in beeld te hebben is er tijd om ze goed te bestuderen en eventueel in het ontwerp op te nemen. We organiseren tijdens de verkenning verschillende activiteiten voor betrokkenen om geïnformeerd te worden door betrokken experts, bij te dragen aan het ontwerp en om zicht te houden op de kwaliteit van het omgevingsproces.

Informatiebijeenkomsten, nieuwsbrieven en website

We organiseren 1 à 2 keer per jaar informatiebijeenkomsten voor alle geïnteresseerden. Deze bijeenkomsten zijn bedoeld om de omgeving bij te praten over de stand van zaken en vragen te beantwoorden. Naast deze informatiebijeenkomsten brengen we nieuwsbrieven uit en informeren we over het project via de projectwebsite: <https://www.aanmaas.nl/in-jouw-buurt/projectenkaart/dijkverbetering-lith-bokhoven-dijk/>

Co-creatie via werkplaatsen

Co-creatie vindt circa 3 keer per jaar plaats via werkplaatsen met een vaste groep omwonenden die zich hiervoor aangemeld heeft. De werkplaatsen zijn bedoeld om kenners van het gebied mee te laten denken en ontwerpen. De werkplaatsen vormen een belangrijk onderdeel van het project om de ontwerpen te verrijken, en dilemma's en ontwerpafwegingen te bespreken met belanghebbenden uit de omgeving. De deelnemers aan de werkplaatsen vertegenwoordigen verschillende perspectieven en zijn evenredig verdeeld over het projectgebied. De deelnemers verrijken het project met hun kennis, kritische reflecties en signalen die zij horen vanuit de omgeving.

Raadpleging belanghebbenden via dijktafels

Via dijktafels raadplegen we 1 à 2 keer per jaar bewoners en ondernemers met eigendommen op of tegen de dijk aan. Deze dijktafels zijn bedoeld om direct belanghebbenden inhoudelijk te betrekken bij het ontwerpproces. In de dijkdorpen en in 's-Hertogenbosch grenzen veel eigendommen en gebouwen aan de dijk. De bewoners, bedrijven en grondeigenaren hebben een groot belang bij het ontwerp en uitvoering van de dijk.

Mogelijkheid om verder praten in keukentafelgesprekken

Mocht er behoefte zijn om buiten de informatiebijeenkomsten, werkplaatsen of dijktafels verder te praten dan is er altijd gelegenheid voor een gesprek aan de keukentafel met een contactpersoon van het project. Keukentafelgesprekken kunnen op ieder gewenst moment naar behoefte aangevraagd worden via de omgevingsmanager Sjors Hoek (+31 (0)6 20 09 23 64, shoek@aaenmaas.nl).

Afstemming met maatschappelijke verenigingen

Naast individuele bewoners en bedrijven zijn er ook belangenverenigingen zoals heemkundekringen en ecologische verenigingen. Zij hebben veel kennis van het gebied. We informeren hen over de onderzoeken die wij uitvoeren, zodat hun kennis wordt benut en zij het project goed kunnen volgen.

Vanuit bovenstaande activiteiten halen we veel informatie op over eisen en wensen vanuit de omgeving. Deze worden gedurende het hele project vastgelegd in een informatiesysteem en vormen daarmee de basis voor een transparant en navolgbaar omgevings- en ontwerpproces. In de documenten waarin wij het ontwerp toelichten zullen we ook steeds benoemen hoe in het ontwerpproces is omgegaan met de opgehaalde informatie.

4.3 In vier ontwerpstappen naar het voorkeursalternatief

Via een iteratief proces zal gedurende het ontwerpproces worden getrechterd van vier mogelijke alternatieven naar een tweetal kansrijke alternatieven en uiteindelijk naar het voorkeursalternatief. Het ontwerpproces bestaat uit vier stappen:

- ontwerpstep 1: ontwikkelen van bouwstenen;
- ontwerpstep 2: ontwerpen van mogelijke alternatieven;
- ontwerpstep 3: ontwerpen van kansrijke alternatieven;
- ontwerpstep 4: afweging en samenstellen van een voorkeursalternatief (VKA).

In ontwerpstep 1 ontwikkelen we bouwstenen voor de dijkverbetering. We onderscheiden technische bouwstenen en ruimtelijke bouwstenen. Technische bouwstenen dragen bij aan de waterveiligheid (bijvoorbeeld aanbrengen grond of een verticaal scherm voor een stabielere dijk). Bij ruimtelijke bouwstenen gaat het om maatregelen die een overig doel van de dijkverbetering realiseren, zoals een maatregel voor versterking van natuur of het oplossen van een verkeersprobleem.

In ontwerpstep 2 combineren we de technische en ruimtelijke bouwstenen tot mogelijke alternatieven. Dit gebeurt op basis van de projectdoelen, verhaallijnen voor het gebied en de technische en ruimtelijke bouwstenen. Hierdoor ontstaan meerdere mogelijke alternatieven, die voldoen aan de waterveiligheidsopgave en elk in meer of mindere mate invulling geven aan de overige doelen en ambities die voor de dijkverbetering zijn meegegeven. Met de vier mogelijke alternatieven verkennen we de hoekpunten voor het ontwerp. Dit zorgt ervoor dat we het geheel aan onderzoeksvragen scherp hebben en borgt een integraal ontwerpproces.

In ontwerpstep 3 en 4 trechteren we vervolgens naar twee kansrijke alternatieven en ten slotte het voorkeursalternatief. De kansrijke alternatieven en het voorkeursalternatief worden samengesteld op basis van de beste componenten vanuit de voorgaande alternatieven (er is dus geen keuze voor één mogelijk of één kansrijk alternatief). Hierbij vindt een zorgvuldige integrale afweging plaats (zie paragraaf 4.4).

Per ontwerpstep neemt het detailniveau toe. Gedurende de ontwerpstappen komt steeds meer kennis beschikbaar vanuit onderzoeken en het omgevingsproces. Hierdoor wordt steeds beter bekend hoe groot de waterveiligheidsopgave precies is (en daarmee hoe groot dijkverbeteringsmaatregelen dienen te zijn), waar belangrijke waarden aanwezig zijn (bijvoorbeeld beschermde soorten of archeologische waarden) en wat wensen zijn van direct omwonenden en overige belanghebbenden. Het detailniveau van zowel ontwerp als afweging neemt daarmee toe.

4.4 Beoordeling met een afwegingskader en redeneerlijn

Gedurende het ontwerpproces vinden afwegingen plaats om te bepalen welke onderdelen in de alternatieven verder worden onderzocht en welke afvallen. Om dit navolgbaar te doen, is een afwegingskader opgesteld en vooraf vastgesteld. De integrale beoordeling leidt tot gedeelde en waardevolle beslisinformatie en speelt een volwaardige rol in de besluitvorming voor de samenstelling van de kansrijke alternatieven en het voorkeursalternatief. Naast dat onderdelen afvallen na beoordeling kiezen we in sommige gevallen om op voorhand een bepaalde ontwerpoplossing uit te sluiten. Dit gebeurt op basis van een redeneerlijn (zie 4.4.2).

4.4.1 Afweging en afwegingskader

Afwegingen over welke onderdelen in de alternatieven verder onderzocht worden en welke afvallen vinden plaats op vier hoofdthema's:

- doelbereik;
- maakbaarheid;
- betaalbaarheid;
- vergunbaarheid.

Tabel 4.1 toont het afwegingskader met de verschillende criteria die onder de hoofdthema's vallen.

De input voor de integrale afwegingen komt uit de diverse (onderzoeks)sporen die onderdeel zijn van de verkenningsfase. Dit zijn onder meer de kostenraming, de effectenanalyse en het omgevingsproces, dat bestaat uit een intensieve samenwerking met de omgeving in de werkplaatsen. De milieueffecten worden in beeld gebracht in het kader van het milieueffectrapport (MER). Het detailniveau van afwegingen neemt toe gedurende het ontwerpproces, omdat steeds meer informatie beschikbaar komt vanuit bijvoorbeeld ontwerpberoeeningen, conditionerende onderzoeken en het omgevingsproces.

Afwegingen vinden plaats op verschillende ruimtelijke schaalniveaus: op schaal van alternatieven als geheel, deelgebieden, dijkvakken en uiteindelijk ook lokaal maatwerk. Lokale afwegingen helpen om het palet aan ontwerpopties in te kaderen en helpen om lokale ontwerpkeuzes aan belanghebbenden eenduidig en consistent uit te leggen. De afwegingen op de schaal van de alternatieven als geheel helpen om te kunnen sturen op de bijdrage van het ontwerp aan projectdoelstellingen en een integraal ontwerpproces te borgen. Hiermee kunnen we onderbouwen waarom we soms lokaal afwijken van een bepaalde ontwerpkeuze ten behoeve van betere inpassing op een groter schaalniveau.

Tabel 4.1 Afwegingskader dijkverbetering Lith-Bokhoven

Criterium	Toelichting
doelbereik	levert het alternatief meerwaarde op de verschillende doelstellingen van het project?
verbeteren van de dijk zodat deze voldoet aan de wettelijke norm	het voldoen aan de waterveiligheidsopgave is een randvoorwaarde. De beoordeling focust daarom op mate van inpassing van bestaande waarden en toekomstbestendigheid van de te maken ontwerpkeuzes
het verbeteren van het verkeer op de dijk	mate van (kansen voor) verbetering van verkeer op de dijk. Het gaat dan onder andere om faciliteren recreatief verkeer, borgen verkeersveiligheid en verminderen verkeersoverlast
verbeteren van recreatiemogelijkheden en versterken van toerisme	mate van (kansen voor) verbeteren recreatiemogelijkheden en versterken toerisme. Het gaat dan onder andere om kansen voor nieuwe recreatiegebieden/-mogelijkheden, uitbreiden routestructuren en vergroten toegankelijkheid en belevingswaarde bestaande gebieden
versterken van de natuur en biodiversiteit	mate van (kansen voor) versterken natuur en biodiversiteit. Het gaat dan onder andere om invulling geven aan Natuurnetwerk Brabant, uitwerking

Criterium	Toelichting
	programmatische aanpak grote wateren doelen, natuurlijker inrichten Henriëttewaard, invulling aan Kanaalpark, bescherming kwetsbare natuurgebieden en benutten dijk als ecologische verbinding
beperken overstroming vanuit het regionale watersysteem	mate van het beperken van overstromingen vanuit het regionale systeem. Het gaat dan onder andere om de locatie van het gemaal, aansluitingen op de dijk en waterloop als onderdeel van de ontwikkeling van de hele Henriëttewaard en waterberging in de Henriëttewaard
ruimtelijke kwaliteit verbeteren en erfgoed beleefbaar maken	mate van (kansen voor) verbeteren ruimtelijke kwaliteit en beleefbaar maken erfgoed. Het gaat dan onder andere om toepassing van de leidende ontwerpprincipes vanuit het ruimtelijk kwaliteitskader en het benutten van kansen voor het versterken van de ruimtelijke kwaliteit en beleefbaar maken erfgoed
het streven naar een CO ₂ -neutraal en maximaal circulair project	mate waarin de dijkverbetering CO ₂ -neutraal en circulair te realiseren is. Het gaat dan onder andere om: minimaliseren CO ₂ -uitstoot tijdens de uitvoering, compenseren resterende CO ₂ -uitstoot en toepassing van klei uit het projectgebied voor de dijkverbetering
maakbaar	is het alternatief maakbaar? Zijn er grote knelpunten/risico's met betrekking tot beschikbare ruimte, complexiteit, mate van uitbreidbaarheid of beheer- en onderhoudsgemak?
uitvoerbaarheid	aanwezigheid benodigde werkruimte voor uitvoering, complexiteit uitvoering (inclusief mate waarin maatwerk nodig is) en mate waarin het mogelijk is om de versterking binnen de vooraf gestelde planning uit te voeren
uitbreidbaarheid	mate waarin en hoe makkelijk in de toekomst een dijkverhoging of -versterking kan worden aangebracht zonder dat de bestaande dijk in zijn geheel of gedeeltelijk moet worden afgebroken
beheer, onderhoud, inspectie	gemak om de waterkering te beheren en onderhouden (inclusief mate waarin wordt voldaan aan eisen vanuit de beheerorganisatie), inspecteerbaarheid (normaal en bij crisis)
grondeigendom	(zicht op) beschikbaarheid grond om maatregelen op uit te voeren op basis van eigendom projectpartners, overige publieke gronden en particuliere gronden
betaalbaar*	is het alternatief betaalbaar? Is er zicht op financiering?
investeringskosten	bouwkosten
beheer- en onderhoudskosten	kosten beheer- en onderhoud over 50 jaar
levensduurkosten	constructiekosten plus beheer- en onderhoudskosten over de levensduur van 50 jaar
dekking	financiële dekking door partners
vergunbaar	is het alternatief vergunbaar? Zijn er grote knelpunten/risico's met betrekking tot natuur, riviersysteem, bodem & water, cultuurhistorie en archeologie, wonen of bedrijvigheid en landbouw?
riviersysteem	rivierkundige effecten, rivierkundig beoordelingskader
natuur	effecten op Natura 2000, beschermde- en Rode Lijstsoorten, Natuurnetwerk brabantgebied, bomen en houtopstanden, Kaderrichtlijn Water-doelstellingen en biologische waterkwaliteit
bodem & water	effect op milieuhygiënische (water)bodemkwaliteit, effecten op oppervlakte- en grondwater in relatie tot aanwezige functies en effecten op chemische waterkwaliteit
cultuurhistorie (waaronder archeologie)	effecten op gebouwde en archeologische (rijks)monumenten, beschermde dorpsgezichten (inclusief knelpunten door trillingen) en overige landschappelijke waarden (bijvoorbeeld openheid)
wonen	raken van woningen (inclusief knelpunten door trillingen)
bedrijvigheid en landbouw	raken bedrijfspanden/agrarische bedrijfsvoering

*Zie paragraaf 4.4.3 voor een nadere toelichting op de betaalbaarheid.

4.4.2 Redeneerlijn voor herleidbare keuzes

Bij het uitwerken van de mogelijke alternatieven, kansrijke alternatieven en voorkeursalternatief kiezen we in sommige gevallen om op voorhand op een bepaalde ontwerpoplossing te richten. Dit gebeurt op basis van een redeneerlijn. De redeneerlijn zorgt ervoor dat afwegingen op deelgebied- en dijkvakniveau gericht zijn op onderscheidende aspecten/criteria. De redeneerlijn waarborgt een inzichtelijke, herleidbaar en efficiënte afweging.

Gedurende het ontwerpproces scherpen we de redeneerlijn aan op basis van aanvullende informatie vanuit eerdere afwegingen, conditionerende onderzoeken, de omgeving/belanghebbenden en het bestuurlijk proces. Bij het voorkeursalternatief is er daarmee een eenduidige en consistente uitleg voor het ontwerp.

Hieronder volgen de verschillende punten uit de redeneerlijn.

Hiërarchie binnenwaarts, buitenwaarts, constructies

We gaan in de basis uit van de hiërarchie binnenwaarts, buitenwaarts, constructies:

- 1 versterking in grond heeft de voorkeur (Waterschap Aa en Maas, 2023): over het algemeen blijft de kwaliteit van een grondlichaam in de tijd op zijn minst behouden. Indien nodig is de toestand goed te monitoren. Grondlichamen zijn tevens makkelijk uit te breiden. Is het noodzakelijk een grondlichaam (gedeeltelijk) af te graven dan is het materiaal bovendien opnieuw te gebruiken;
- 2 binnenwaarts versterken als het kan, buitenwaarts als het moet (Waterschap Aa en Maas, 2023): Als de ruimte binnendijs aanwezig is heeft binnenwaarts versterking de voorkeur want dan blijft de ruimte voor de rivier behouden¹. Bij (lint)bebouwing binnendijs heeft, afhankelijk van de lokale situatie, aan weerszijden versterken (op de as) of buitenwaarts versterken de voorkeur van het waterschap, waarbij het verlies aan ruimte voor de rivier moet worden gecompenseerd;
- 3 we versterken met constructies of innovaties bij belemmeringen aan binnenzijde (zoals een monumentale woning), (grote) invloed op rivier of kosteneffectiviteit.

Demontabele, flexibele of doorzichtige constructies alleen bij zwaarwegend maatschappelijk belang

Demontabele, flexibele of doorzichtige constructies om de vereiste waterkerende hoogte te realiseren alleen bij zwaarwegend maatschappelijk belang (Waterschap Aa en Maas, 2023). Demontabele of flexibele constructies vragen om menselijk handelen bij hoogwater en vergroten de kans op falen van de waterkering. Regelmatig onderhoud en oefenen van het gebruik is noodzakelijk. Bij demontabele keringen zijn opslag, transport en montage bijkomende risico's die de betrouwbaarheid beïnvloeden. Doorzichtige constructies hebben deze nadelen niet. Wel zijn ze gevoeliger voor vandalisme, oppervlakkige beschadiging en graffiti. Bovendien zijn demontabele en flexibele keringen en in mindere mate doorzichtige constructies kwetsbaarder dan een waterkering in grond of een vaste constructie die bestaat uit staal, beton en steen. Dit is een reden om al deze constructies zo mogelijk te vermijden en in lengte zo veel mogelijk te beperken.

Handhaven woningen conform het beleid van het waterschap

Het waterschap gaat bij dijkverbeteringen zeer zorgvuldig te werk bij woningen die op de dijk staan. Het inpassen van de dijkverbetering in de bebouwde omgeving brengt uitdagingen met zich mee, waarbij we bestaande functies en ruimtegebruik zoveel mogelijk behouden en/of verbeteren. Dit geldt ook voor bestaande woningen op en langs de dijk, hier passen we maatwerk toe. Het verwerven en daarna slopen van een woning is daarmee uiterst onwaarschijnlijk en moet sowieso een dwingende noodzaak hebben. Desondanks kan er een situatie ontstaan waarbij de inpassing dusdanig complex (technisch, ruimtelijk, financieel) is, dat een afweging plaats kan vinden om een aanpassing aan de woning te doen om daarmee de waterveiligheidsdoelstelling te realiseren. Voor bijgebouwen, (aangebouwde) bergingen en dergelijke kan in die afweging eerder het belang van de waterveiligheid tot aanpassing of herbouw leiden dan bij de woning zelf. We verwachten deze duidelijkheid te hebben bij het opstellen en vaststellen van het voorkeursalternatief (eind 2026).

¹ Zie ook 'Voorkomen/beperken rivierkundige effecten'.

Voorkomen/beperken rivierkundige effecten

Uitgangspunt is de redeneerlijn buitenwaarts versterken (HWBP, maart 2018). De redeneerlijn buitenwaarts versterken is een afwegingskader om te bepalen of een dijk naar buiten toe (richting de rivier) verbreed moet/mag worden. Belangrijke punten uit de redeneerlijn zijn:

- ruimtegebruik: de ruimte buitendijks is schaars en moet zoveel mogelijk beschikbaar blijven voor de afvoer en berging van rivierwater;
- afweging: een zorgvuldige afweging is noodzakelijk tussen binnen- en buitenwaartse versterking, waarin maatschappelijke belangen en randvoorwaarden zijn meegenomen;
- waterstandsverhoging: een buitendijkse dijkverbetering mag niet leiden tot een significante verhoging van de waterstand in de rivier;
- zorgplicht: er is een zorgplicht om de waterstandsverhoging zo gering mogelijk te houden bij een buitendijkse versterking.

Het overwegen van een buitenwaartse dijkverbetering mag wanneer binnenwaartse versterking niet mogelijk is, bijvoorbeeld bij ruimtelijke beperkingen (onvoldoende ruimte aan landzijde door bebouwing of infrastructuur), aanwezigheid monumentale waarden, natuurbescherming, technische haalbaarheid (binnenwaartse oplossing technisch niet haalbaar) en kostenoverwegingen (buitenwaartse oplossing is aanzienlijk goedkoper dan binnenwaarts). Echter moet bij een buitenwaarts versterking altijd rekening worden gehouden met het effect op de rivier en de waterstand. Een buitenwaartse versterking mag niet leiden tot een significante verhoging van de waterstand in de rivier, omdat dit de waterveiligheid stroomopwaarts en stroomafwaarts kan beïnvloeden. Compensatie is dan nodig om dit te voorkomen.

Behouden van belangrijke waarden

We behouden waar mogelijk belangrijke waarden ten behoeve van een vergunbaar ontwerp en bijdrage aan de projectdoelstellingen. Dit sluit aan bij ontwerpprincipe 3 uit het RKK: 'De dijk heeft een verhaal: aandacht voor bijzondere elementen en ensembles' (zie paragraaf 3.1). Qua waarden kan het gaan om verschillende waarden zoals ecologie en erfgoed. Als startpunt nemen we het handhaven van wielen op (geen volledige of gedeeltelijke demping): wielen hebben zowel ecologisch als cultuurhistorische belangrijke waarden. Naar verwachting kunnen aan de redeneerlijn ook sturende punten toegevoegd gerelateerd aan aanwezigheid van archeologische (rijks)monumenten en het handhaven van bepaalde bomenrijen (vleermuizen) als te beredeneren valt dat de oplossing naar verwachting niet vergunbaar is.

Passende schaal van de bouwsteen

In het geval dat een maatregel (bijvoorbeeld pipingberm) voor een zeer groot ruimtebeslag of uitbuiging zorgt, zien we de pipingberm enkel als 'mogelijke bouwsteen' als we deze over een grote lengte kunnen toepassen, om de lijnen van de dijk zoveel mogelijk te laten doorlopen en uitbuigingen te minimaleren. Dit sluit aan bij ontwerpprincipe 1 in het RKK: 'De dijk is een herkenbaar lint gelegen in een gevarieerde omgeving van stad, landelijke gebieden en dijkdorpen' (zie paragraaf 3.1). Met andere woorden: we gaan geen berm van 100 meter breed aanleggen over een lengte van 50 meter lengte.

Omgang dijkverleggingen

Voor dijkverleggingen redeneren we andersom: we leggen uit waar we deze wél onderzoeken. Dit in verband met dat het vanuit het HWBP geldt dat waterveiligheid primair opgelost wordt in de dijken (dus op de bestaande locatie), vanwege de kosten en effecten van een verlegging.

Redeneerlijn als hulpmiddel, niet als belemmering

De redeneerlijn is bedoeld om het afwegingsproces soepel, efficiënt en inzichtelijk te laten verlopen. Naar verwachting is het gebruik van de redeneerlijn voor verreweg de meeste locaties in het projectgebied passend. Door de redeneerlijn gedurende het ontwerpproces aan te scherpen maken we deze zoveel mogelijk sluitend. Waar (toch) nodig wijken we onderbouwd af van de redeneerlijn.

4.4.3 Nadere toelichting betaalbaarheid

Om te kunnen beoordelen of de maatregelen in de alternatieven betaalbaar zijn is zowel inzicht in de kosten als in de dekking nodig. Om die reden werken we in elke fase aan het in beeld brengen van zowel de kosten als de dekking die er tegenover staat. Het bepalen van de kosten gebeurt volgens een vaste, voorgeschreven methode: Standaard Systematiek Kostenramingen, afgekort SSK. Door de uniforme werkwijze, structuur en eenduidig begrippenkader zijn alle ramingen van investeringskosten landelijk onderling te vergelijken. De raming is in zijn essentie opgebouwd uit onderstaande onderdelen:

- bouwkosten, hierin is opgenomen wat het kost om het letterlijk te maken mensen, materieel en materiaal. Denk aan grond ontgraven, aanvoeren, aanbrengen tot en met eventueel inzaaien van gras;
- engineeringkosten, hier zit al het denk-, schrijf- en rekenwerk in dat nodig is;
- vastgoedkosten, dit betreft de aankoop van gronden (m²), opstallen en woningen;
- bijkomende kosten, hierbij gaat het om leges, verzekeringen, risico's, et cetera.

Uiteindelijk zal er tegenover elke kostenpost ook een dekking moeten staan. Deze dekking komt uit verschillende bronnen. Voor versterking van de dijk is er een bestaande wettelijke regeling. Die kent twee hoofdgroepen:

- subsidiabele kosten: hierin zitten alle elementen die direct samenhangen met het ontwerp voor het oplossen van het waterveiligheidsprobleem en de wettelijke inpassing (zie paragraaf 3.1). In de praktijk gaat het om het versterken van de dijk zelf en het voor zover mogelijk weer terugbrengen van de situatie zoals deze was voorafgaand aan de dijkverbetering. Denk daarbij aan het terugbrengen van de weg als de dijk verhoogd is of sloten en beplanting als de dijk breder geworden is;
- niet subsidiabele kosten: kosten die niet aan bovenstaande voldoen. In de praktijk gaat het om nieuwe maatregelen zoals recreatieve voorzieningen als uitkijktorens, nieuwe fietspaden en natuurontwikkeling. Vaak is daarbij ook aankoop van gronden noodzakelijk (m²).

Het waterschap en het HWBP zorgen gezamenlijk voor de dekking van de subsidiabele kosten. Voor de andere kosten zal de dekking bij de partners (provincie, gemeenten, waterschap) vandaan gaan komen, vanuit hun eigen/gezamenlijke begroting.

5

SAMENSTELLING EN PRESENTATIE MOGELIJKE ALTERNATIEVEN

5.1 Technische en ruimtelijke bouwstenen

De mogelijke alternatieven worden samengesteld aan de hand van de projectdoelen, bouwstenen en verhaallijnen voor het gebied. De bouwstenen geven een overzicht van ontwerpopties voor de dijkverbetering. We onderscheiden daarbij technische en ruimtelijke bouwstenen. Technische bouwstenen zijn maatregelen die een specifiek faalmechanisme (zie paragraaf 3.1.1) van de dijk oplossen en daarmee bijdragen aan het doel waterveiligheid. Bij ruimtelijke bouwstenen gaat het om maatregelen die een overig doel van de dijkverbetering realiseren, zoals een maatregel voor versterking van natuur of het oplossen van een verkeersprobleem.

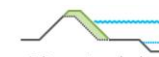
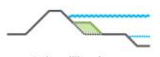
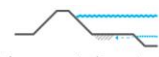
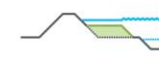
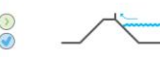
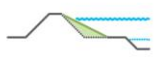
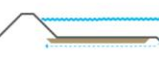
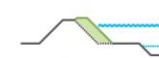
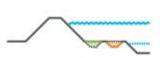
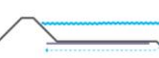
Overzicht en ruimtegebruik van technische bouwstenen voor een veilige dijk

Vaak zijn er meerdere technische bouwstenen om een bepaald faalmechanisme van de dijk op te lossen. Bij de keuze tussen deze bouwstenen is een belangrijk verschil hoeveel ruimte ze innemen. Zo zijn er bouwstenen die ruimte innemen aan de binnenwaartse (landzijde) (tabel 5.1) en buitenwaartse (rivierzijde) (tabel 5.2) zijde van de dijk. Ook zijn er technische bouwstenen die binnen het huidige dijkprofiel passen (tabel 5.3). Verder is een dijkverlegging mogelijk zowel richting de binnen- of buitenwaartse zijde van de dijk.

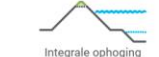
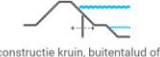
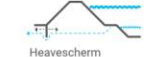
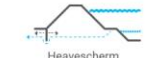
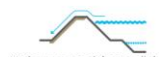
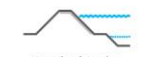
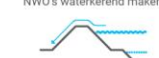
Tabel 5.1 Technische bouwstenen aan binnenzijde (landzijde) van de dijk om de waterveiligheidsopgave op te lossen

Faalmechanismen				
	Hoogte (GEKB)	Stabiliteit binnenwaarts (STBI)	Stabiliteit buitenwaarts (STBU)	Piping (STPH)
Binnenwaartse versterking	 Binnenwaartse ophoging	 Binnendijkse berm	 Drainage (grindkoffer)	 Waterberm / kwelkade
		 Taludverflauwing binnentalud	 Asverschuiving binnenwaarts	 Drainage
		 Slootverlegging / -demping binnendijks		 Verhogen weerstand tegen stroming
		 Drainage		 Filtertechniek
				 Binnendijkse berm
				 Slootverlegging / -demping binnendijks

Tabel 5.2 Technische bouwstenen aan buitenzijde (rivierzijde) van de dijk om de waterveiligheidsopgave op te lossen

Buitenwaartse versterking				
				
				
				

Tabel 5.3 Technische bouwstenen om de dijk te versterken binnen het huidige dijkprofiel en overige bouwsteen dijkverlegging

Versterking binnen huidig dijkprofiel				
				
				
				
				
				
				
				
Overige				

 Geen ruimtebeslag
  Bewezen techniek
 Beperkt ruimtebeslag
  Innovatie
 Groot ruimtebeslag

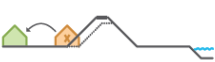
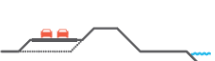
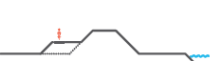
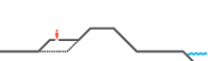
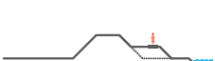
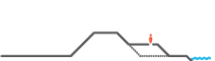
Innovatieve technische bouwstenen

Technische innovaties als alternatief voor traditionele dijkverbeteringstechnieken kunnen voordelen hebben zoals het beperken van negatieve effecten op de omgeving of lagere constructie- en of onderhoudskosten. Veel innovatieve technieken zijn in te zetten als vervanging van bepaalde traditionele technieken. Mogelijke innovatieve bouwstenen zijn breed geïnventariseerd en opgenomen in het overzicht met technische bouwstenen. Tijdens het afwegingsproces voor het ontwerp van de dijkverbetering ligt de focus op het vergelijken van traditionele technieken. We laten daarbij waar mogelijk ruimte voor een keuze voor innovatieve bouwstenen in de planuitwerkingsfase.

Ruimtelijke bouwstenen voor realisatie overige doelstellingen

Ruimtelijke bouwstenen zijn maatregelen die een overig doel van de dijkverbetering realiseren (anders dan de waterveiligheid), zoals een maatregel voor versterking van natuur of het oplossen van een verkeersprobleem. Tabel 5.4 geeft een overzicht met ruimtelijke bouwstenen. De ruimtelijke bouwstenen zijn opgesteld aan de hand van informatie opgehaald tijdens het omgevingsproces (wensen vanuit omwonenden en overige belanghebbenden) en uit de uitgevoerde onderzoeken. De lijst met ruimtelijke bouwstenen kan gedurende het ontwerpproces uitgebreid worden aan de hand van nieuwe informatie en wensen vanuit het omgevingsproces.

Tabel 5.4 Overzicht ruimtelijke bouwstenen

Bebouwing	 Behouden huis op dijk buitendijks	 Behouden huis op dijk binnendijks	 Behouden huizen aan weersijden van de dijk	 Sloop en herbouw huis tegen de dijk
	 Sloop en herbouw huis op afstand van de dijk	 Behouden huis aan de dijk	 Slopen huis aan buitendijkse zijde dijk	 Huis herbouwen verhoogd buitendijks
	 Bouwen huis tegen de dijk			
Recreatie en Verkeer	 Provinciale weg op dijk	 Auto, fiets en voetganger op de dijk	 Fietsstraat op dijk	 Alleen fietspad op dijk
	 Alleen voetganger op de dijk	 Provinciale weg op berm	 Fietspad op berm	 Wandelpad op berm
	 Fietspad op berm buitendijks	 Wandelpad op berm buitendijks	 Apart wandelpad op dijk	 Apart fietspad op dijk
Natuur	 Bloemrijke dijk	 Kleine landschapselementen	 Brede strang	 Rabatten bos binnendijks
	 Rabatten bos buitendijks	 Wiel binnendijks	 Wiel buitendijks	 Zichtveld vanaf de dijk
Landbouw	 Grasland	 Akkerland	 Boomgaard	
Landschap	 Zichtbaar houden van de geschiedenis van de dijk	 Leesbaar maken van de geschiedenis van de dijk		

5.2 Samenstelling mogelijke alternatieven uit doelen, bouwstenen en inbreng omgeving

De mogelijke alternatieven zijn samengesteld uit doelen, bouwstenen en met inbreng vanuit de omgeving. Daarbij zijn ook beslissingen genomen over welke bouwstenen niet verder meegenomen worden in het ontwerpproces en afvallen.

5.2.1 Samenstelling van mogelijke alternatieven aan de hand van projectdoelen en verhaallijnen

Met de bouwstenen zijn aan de hand van de doelen, bouwstenen en verhaallijnen voor het gebied vier mogelijke alternatieven samengesteld. In de mogelijke alternatieven zijn verschillende maatregelen voor de dijkverbetering op samenhangende wijze gecombineerd. Met deze vier mogelijke alternatieven brengen we de volledige breedte van het speelveld in beeld om zo de onderzoeksvragen voorbij te laten komen. Dit zorgt ervoor dat goede afwegingen gemaakt kunnen worden in het trechteren naar de kansrijke alternatieven en het uiteindelijke voorkeursalternatief.

Sturend bij het samenstellen van de mogelijke alternatieven met de technische bouwstenen en ruimtelijke bouwstenen zijn de verhaallijn van het alternatief zelf, de aansluiting van het alternatief op projectdoelen en de onderzoeksvragen die met het alternatief beantwoord kunnen worden om meer inzicht te verkrijgen in de maakbaarheid, betaalbaarheid en vergunbaarheid van alternatieven. Alle vier de mogelijke alternatieven zorgen voor invulling van de veiligheidsopgave en bieden een waterveilige dijk. Ze hebben verschillende accenten en invalshoeken in het samenspel tussen de dijkverbetering en de wijze waarop meerwaarde wordt geboden.

De gekozen verhaallijnen voor de mogelijke alternatieven zijn:

- 1 zorgvuldig voortbouwen;
- 2 kringloop sluiten;
- 3 gebruikers bedienen;
- 4 slim meebewegen.

5.2.2 Toepassing Redeneerlijn en afgevalen bouwstenen

Een aantal bouwstenen is niet toegepast in de mogelijke alternatieven of is niet onderzocht voor een bepaald deelgebied. Voor een aantal bouwstenen geldt dat ze definitief afvallen.

Toepassing Redeneerlijn

Bij de uitwerking van de mogelijke alternatieven zijn keuzes gemaakt over het opnemen van binnen- en buitendijkse grondoplossingen of constructies, waarbij als volgt gebruik is gemaakt van de redeneerlijn (zie paragraaf 4.4.2):

- buitenwaartse (rivierwaartse) oplossingen zijn beperkt onderzocht als er ruimte leek te zijn voor een binnenwaartse versterking volgens de redeneerlijn. Constructies zijn echter wel uitgebreid onderzocht om meer informatie te verkrijgen over met name de betaalbaarheid en duurzaamheid bij het toepassen van veel constructies;
- demontabele, flexibele of doorzichtige constructies zijn beperkt opgenomen in de mogelijke alternatieven, namelijk alleen op locaties waar mogelijk sprake is van een zwaarwegend maatschappelijk belang;
- in de mogelijke alternatieven wordt in de basis uitgegaan van het handhaven van woningen (zie 4.4.2). Doordat we in de fase van de mogelijke alternatieven kijken op schaal van deelgebieden en maatwerk nog niet meenemen kan het in tekeningen lijken dat grondoplossingen woningen raken. Hiervoor geldt echter steeds als uitgangspunt voor het alternatief en de beoordeling daarvan dat in het betreffende deelgebied met maatwerk de woningen zoveel mogelijk behouden blijven (bij mogelijke alternatieven 3 en 4 groeien woningen mee met de dijk);

- vanuit het behoud van belangrijke waarden zijn wielen behouden conform de redeneerlijn. Daarnaast zijn ook beeldbepalende bebouwing en cultuurhistorische objecten behouden. Voor overige waarden zijn nog geen keuzen op voorhand gemaakt om effecten van verschillende oplossingsrichtingen te kunnen vergelijken;
- pipingbermen zijn alleen opgenomen waar deze over een grotere lengte konden worden toegepast, volgens de redeneerlijn;
- dijkverleggingen ten behoeve van de dijkverbetering zijn onderzocht op locaties waar voor andere versterkingsopties grote knelpunten zijn of niet toekomstbestendig. In de Henriëttewaard zijn dijkverleggingen onderzocht als onderdeel van het streven naar maatschappelijke meerwaarde.

Afgevalen bouwstenen

Niet alle technische en ruimtelijke bouwstenen hebben een plaats in de mogelijke alternatieven. Voor een aantal daarvan geldt dat ze definitief afvallen.

De volgende technische bouwstenen uit tabel 5.3 zijn afgevalen:

- oevervegetatie buitendijks: de hoogteopgave in het projectgebied (0,3 – 1,0 meter) wordt gedomineerd door de hoge waterstand op de rivier en niet door de hoogte van de bijbehorende golven. Oevervegetatie buitendijks heeft alleen effect op de golfhoogte (door het breken van de golven), en niet op de waterstand. Het toepassen van oevervegetatie buitendijks is daarmee geen effectieve maatregel voor het oplossen van het hoogtetekort. Oevervegetatie buitendijks kan interessant zijn vanuit natuur, maar dus niet als technische oplossing;
- innovatie overslag- of overloopverlagende maatregelen: in deze categorie viel alleen 'oevervegetatie buitendijks' en deze bouwsteen is afgevalen.

Veel technische bouwstenen uit tabel 5.3 zijn nu nog niet opgenomen in de mogelijke alternatieven, maar gaan wel mee in het verdere ontwerpproces als mogelijke optimalisatie. Dit komt doordat in de huidige fase van het ontwerpproces de focus ligt op het scherp krijgen van hoofdkeuzes (binnendijks, buitendijks of met een constructie versterken) en nog niet op verdere detaillering en mogelijke innovaties.

Er zijn geen ruimtelijke bouwstenen op voorhand afgevalen.

5.2.3 Inbreng vanuit de omgeving

Samenwerking met bewoners en bedrijven uit de omgeving is een belangrijk onderdeel van het project. Hun kennis en betrokkenheid komt de kwaliteit van het project en de besluitvorming ten goede. Daarnaast draagt het bij aan het creëren van draagvlak. Sinds de start van de verkenning in januari 2024 zijn meerdere bijeenkomsten georganiseerd voor belanghebbenden zoals informatieavonden (maart 2024), dijkdorp-bijeenkomsten voor Lith en Oud-Empel (oktober 2024), inloopbijeenkomsten (maart 2025), vier werkplaatsen (2024/2025) en vijf dijktafels (mei 2025).

De informatiebijeenkomsten gaven het startschot van de verkenning voor de omgeving. De werkplaatsen zijn werksessies waarin een vaste groep van 40 bewoners verspreid over het gehele projectgebied met het projectteam meewerkt aan het gehele ontwerp. Er zijn vier werkplaatsen georganiseerd tot en met deze fase van het project. De dijkdorp bijeenkomsten richtten zich op Lith en Oud-Empel, de twee dorpen waar de dijkverbetering door de beperkte ruimte zeer uitdagend is. De dijktafels richtten zich op de bewoners en grondeigenaren langs de dijk, zij worden direct geraakt door het dijkontwerp. Tijdens de inloopbijeenkomsten konden bewoners uit het hele projectgebied vragen stellen over de nieuwe inzichten in de veiligheidsopgave.

Tijdens deze participatiemomenten is een grote verscheidenheid aan ideeën en aandachtspunten van betrokkenen opgehaald. Hieronder zijn de hoofdpunten die uit deze contacten (tot en met mei 2025) naar voren komen verwoord. De opgehaalde informatie is benut voor de uitwerking en afweging van de vier mogelijke alternatieven. Daarnaast zijn veel specifieke reacties van waarde voor het vervolg van het project

wanneer de ontwerpen steeds gedetailleerder worden. Informatie over de participatie aanpak en de verschillende bijeenkomsten is te vinden op de projectwebsite www.aenmaas.nl/lithbokhoven.

Hoofdpunten omgevingsbijeenkomsten tot en met mei 2025:

- uit de bijeenkomsten werd de grote verscheidenheid langs de dijk helder. Dat is ook logisch gezien de lengte van het projectgebied. We troffen mensen die er al lang wonen en bekend zijn met hoogwaters van de Maas en de vorige dijkverbetering. Maar ook nieuwkomers die recentelijk naar het gebied zijn verhuisd. In brede zin geldt dat men het rustige karakter van het gebied zeer waardeert in contrast met de omgeving die steeds meer is verstedelijkt in de afgelopen decennia;
- er kwam naar voren dat een hoogwaterveilige dijk en op gespannen voet kan staan met het behoud van uitzicht op de Maas. Bewoners worstelen daarmee. Tijdens één werkplaats werd het treffend verwoord: bij de burens verderop wil je graag een veilige oplossing, maar bij jezelf wil je graag uitzicht behouden. Daarbij werden oplossingen geopperd zoals niet-permanente keringen;
- tijdens de dijkdorp bijeenkomsten kwam de nauwe relatie tussen dijkdorpen, de Maas en waterveiligheid sterk naar voren. Een deel van de huidige bewoners heeft de vorige dijkverbetering rond het jaar 2000 meegemaakt, en dat is door sommigen als ingrijpend ervaren. Ideeën rondom dijkverleggingen die toen speelden, werden nu ook aangedragen. Terwijl anderen daar juist hun nadrukkelijke zorg over uitspraken en aangaven om vooral voort te willen bouwen op de huidige dijk;
- in meerdere gesprekken werd meegegeven om verder dan deze dijkverbetering vooruit te denken en na te gaan wat dat betekent voor de keuzes die we met dit project maken. Tegelijkertijd gaven bewoners ook terug dat de verdere toekomst in hun ogen te onzeker is om van betekenis te zijn voor de keuzes van deze dijkverbetering;
- er is een gevoel van onveiligheid en overlast op de dijk door hard rijden en drukte van (recreatief) verkeer. Er is behoefte aan meer rust op de dijk, waarbij de bereikbaarheid van eigen bestemmingen gewaarborgd blijft. Ook leefde er de behoefte meer mogelijkheden voor fietsen en wandelen in het gebied te creëren en routestructuren te verbinden. Het verbeteren van de situatie voor fietsers bij de provinciale weg werd daarbij vaak als een knelpunt benoemd;
- het versterken en uitbreiden van de natuur en inzetten op een kruidenrijke dijk kreeg veel steun, met de nadruk op het behouden van de balans tussen rust voor de natuur en recreatiemogelijkheden. Daarbij kwam ook naar voren dat dit particuliere gronden kan raken en impact kan hebben op de agrarische bedrijfsvoering. De Henriëttewaard werd genoemd als een gebied dat aantrekkelijker kan worden gemaakt;
- er werd voorgesteld om recreatieve mogelijkheden te verbeteren bij bestaande 'hotspots' met horeca. Extra uitkijkpunten en informatievoorzieningen werden als waardevolle toevoegingen gezien. Die kunnen het rijke erfgoed langs de dijk beter zichtbaar maken;
- het beter zichtbaar maken van het rijke erfgoed langs de dijk, bijvoorbeeld met informatieborden, werd benoemd als kans. Het behoud en eventueel versterken van de meanderende vorm van de dijk, evenals oude wielen, is een belangrijke ruimtelijke kwaliteit.

De onderstaande punten kwamen ook vaker aan orde:

- eerdere locaties zijn aangewezen waar overlast wordt ervaren zwerfafval een probleem is. Het project heeft echter geen invloed op deze actuele (gedrags-)problematiek. De signalen zijn wel doorgegeven aan de betreffende beheerders voor zover deze niet al bij hen bekend waren;
- tijdens meerdere bijeenkomsten werden vragen gesteld over het treffen van rivierverruimende maatregelen in de (Gelderse) uiterwaarden of de Maas zelf die de piekafvoeren kunnen verlagen. Deze mogelijkheden zijn beperkt. De uiterwaarden tussen Lith en Bokhoven zijn smal, of er heeft al grootschalige ontgroning plaatsgevonden, zoals in de Lithse Ham en de Koornwaard. Bovendien speelt de kleilaag in de uiterwaarden een belangrijke rol bij het voorkomen van piping, waardoor het waterschap terughoudend is met rivierverruiming dicht langs de dijk of in smalle uiterwaarden. De beperkte mogelijkheden die er zijn, kunnen wel benut worden om te compenseren voor opstuwing door locaties waar we niet anders kunnen dan de dijk richting de rivier te versterken. Het waterschap heeft contact gehad met de Gelderse partners, maar daar lopen geen concrete initiatieven om rivierverruiming te realiseren. Hoewel de gebiedsontwikkeling in Alem aanvankelijk als een interessante mogelijkheid werd gezien, heeft de gemeenteraad van gemeente Maasdriel dit project voorlopig stilgelegd;

- de bakenbomen langs de Maas kwamen ook enkele keren aan bod, met de vraag of ze natuurlijk moeten verdwijnen of behouden moeten blijven als herinnering aan hun vroegere functie. Het gaat om een lange structuur van meer dan 100 kilometer. Hiervoor is door provincies, gemeenten langs de Maas samen met het Rijk een strategie uitgewerkt om de structuur ook voor de langere termijn te behouden.

5.3 Uitwerking Vier mogelijke alternatieven

Hieronder volgt de uitwerking van de vier mogelijke alternatieven: 1) zorgvuldig voortbouwen, 2) kringloop sluiten, 3) gebruikers bedienen en 4) slim meebewegen. Paragraaf 5.3.5 bevat een overzicht van de vier mogelijke alternatieven waarbij staat aangegeven hoe ieder alternatief invulling geeft de projectdoelstellingen.

5.3.1 Mogelijk alternatief 1 – Zorgvuldig voortbouwen

Het concept

De kracht van dit mogelijke alternatief is dat het zorgvuldig voortbouwt op de hooggewaardeerde bestaande kwaliteiten en gebruik van het gebied. Dit vraagt om het onderzoeken of, en op welke wijze, we deze kwaliteiten goed kunnen inpassen. We blijven in de uitwerking zo dicht mogelijk bij het bestaande dijktracé en -profiel waarmee omliggende kwaliteiten en gebruik intact blijven. Het gevolg is dat in dit alternatief veelvuldig gebruik van constructieve oplossingen nodig is. Binnen dit uitgangspunt onderzoeken we op welke wijze de andere projectdoelen inpasbaar zijn en met beperkte ruimtelijke ingrepen kunnen worden gerealiseerd.

Context en aansluiting bij projectdoelen

In dit alternatief is uitgegaan van het in stand houden van het bestaande dijkprofiel en dijkligging. Er wordt voortgebouwd op technische maatregelen daar waar die al aanwezig zijn. Het ruimtelijk beeld van de dijk en omgeving wordt minimaal veranderd. Hiermee zijn de risico's ten aanzien van vergunbaarheid en grondverwerving ook kleiner dan in de andere alternatieven. Binnen dit uitgangspunt wordt gezocht hoe de projectdoelen in relatie tot recreatie, verkeer, biodiversiteit en erfgoed met beperkte ruimtelijke ingrepen kunnen worden gerealiseerd.

De uitwerking van het alternatief

De belangrijkste uitwerkingen in dit alternatief:

- de versterking van de dijk raakt zo min mogelijk bestaande waarden, zoals woningen en wielen, en wordt compact uitgevoerd om het bestaande landschapsbeeld zoveel mogelijk intact te houden. Dit betekent dat op locaties met bestaande waarden aan de buitendijkse zijde (riverszijde) van de dijk we binnenwaarts of met een verticale constructie ondergronds versterken. En bij binnendijkse waarden andersom. Dit levert op plekken met veel waarden langs de dijk een meer slingerende dijk op. In plaats van grote bermen wordt de stabiliteit opgelost met (ondergrondse) verticale constructies om het bestaande landschapsbeeld zo min mogelijk aan te tasten;
- het gebruik en beheer van de uiterwaarden en de dijk blijft gelijk: een groene dijk in een afwisselend landschap met agrarische gronden met natuur, kleine landschapselementen en kleinschalige recreatie. Waar we deze karakteristiek aantasten met de dijkverbetering brengen we het in vergelijkbare staat terug;
- we versterken het bestaande afwisselende natuurlijk- en cultuurlandschap de beleving voor bezoekers en recreanten met kleinschalige ingrepen. Bij de ensembles Lith, Maren-Kessel, Koornwaard, Bokhoven voegen we als accent struipaden en een enkel zitpunt toe om rondom de kernen ommetjes te kunnen maken. De geschiedenis van het gebied maken we beleefbaar met informatievoorziening op borden gericht op fietsers en wandelaars;
- de provinciale weg tussen Maren en 't Wild blijft 80 km/h. Een ventweg voor fiets- en bestemmingsverkeer komt hier op de nieuwe binnenberm te liggen.

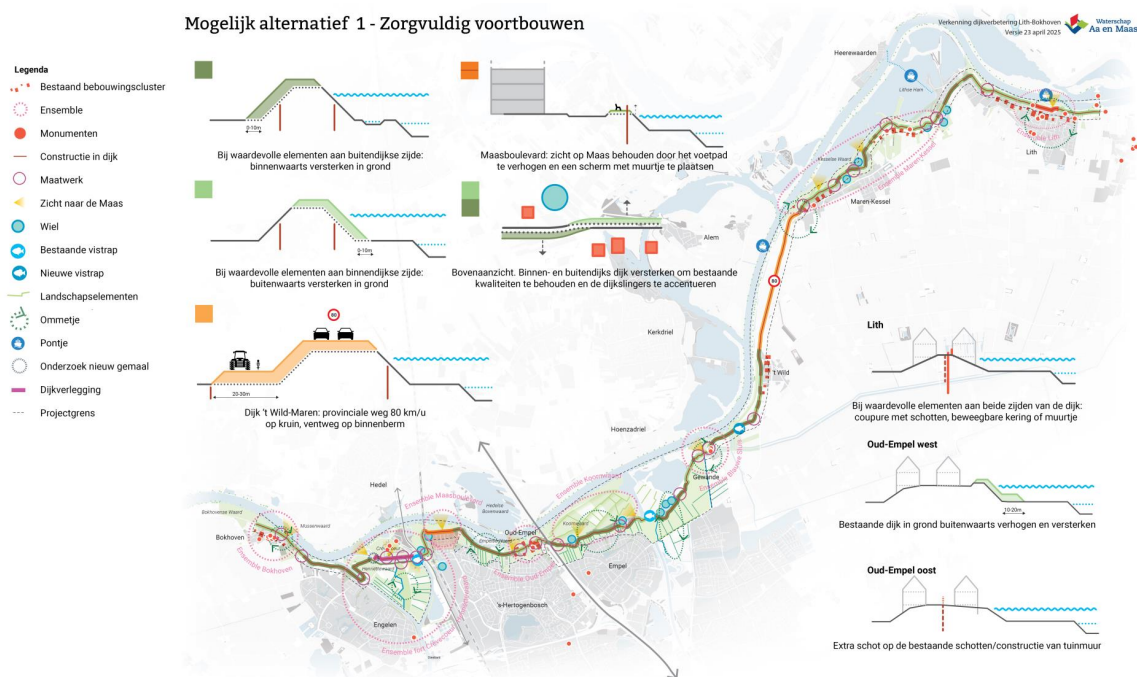
Dijkdorpen

In de dorpskern van Lith wordt de dijk verhoogd en verstevigd met verticale constructies, vanwege woningen aan beiden zijde van de dijk. Boven de grond komt een beweegbare kering of een kering met (demontabele) schotten om de hoogteopgave op te lossen. In westelijk Oud-Empel versterken we de groene dijk aan de buitenzijde (rivierzijde); in oostelijk Oud-Empel verhogen we bestaande coupures (schotten) en leggen we nieuwe coupures aan. Waar nodig zullen verticale constructies als fundering voor de coupures worden aangebracht.

Beschouwing dijkdorpen

In de beschrijving en beoordeling van de mogelijke alternatieven zoomen we onder het kopje 'dijkdorpen' steeds in op Lith en Oud-Empel. Er liggen echter nog meer dorpen langs de dijk. De reden dat we met name Lith en Oud-Empel eruit lichten is dat hier een aantal ontwerpuitdagingen samenkomen die aanleiding geven om specifieke ontwerprichtingen te verkennen. Er zijn onder andere uitdagingen doordat er weinig ruimte is om de dijk te versterken door de bebouwing en doordat er sprake is van belangrijke waarden (onder andere beschermd dorpsgezicht Oud-Empel). Door nu op Lith en Oud-Empel in te zoomen kunnen we inzichten verkrijgen waarvan we in de volgende ontwerpstep kijken in hoeverre deze ook toepasbaar zijn op andere locaties waar vergelijkbare uitdagingen (maar op kleinere schaal) spelen.

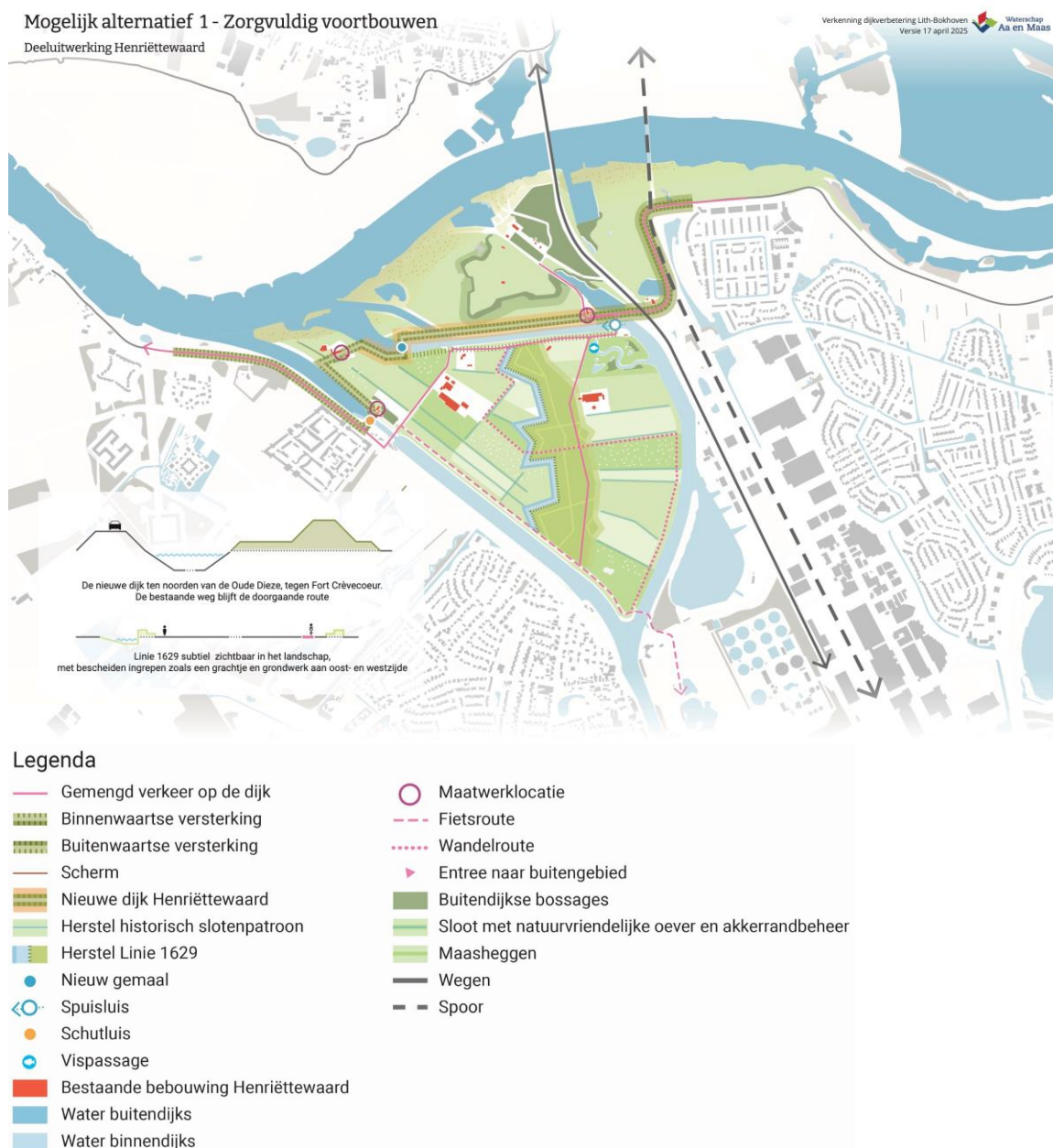
Afbeelding 5.1 Bovenanzicht mogelijk alternatief 1 – Zorgvuldig voortbouwen



Henriëttewaard

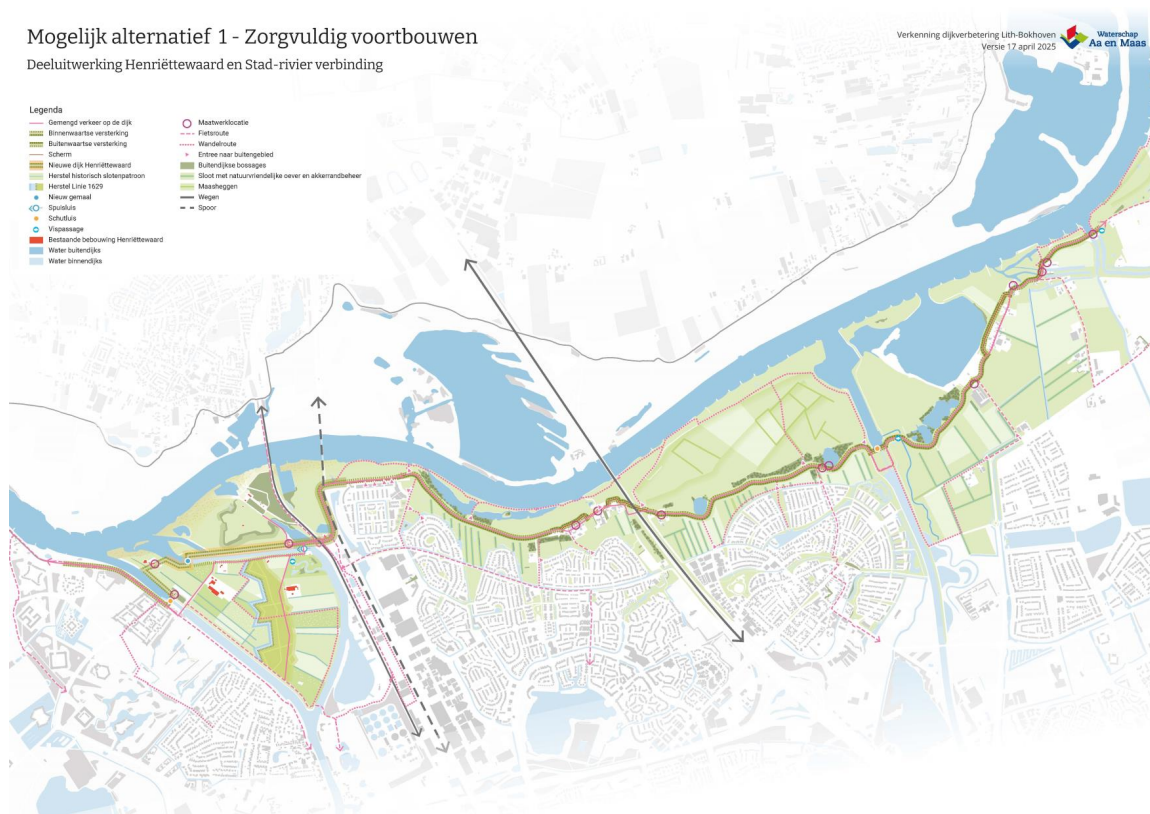
In de Henriëttewaard blijft de agrarische functie behouden. We maken de linie 1629 zichtbaar met een sloot waarlangs ooit de grondwerken hebben gelegen. We versterken het agrarische karakter met een kleinere verkaveling en natuurvriendelijke oevers langs de watergangen. Als onderdeel van het project HoWaBo wordt een nieuw gemaal in de Henriëttewaard onderzocht. In dit alternatief is daarom een nieuw gemaal gepositioneerd in het verlengde van de Oude Dieze (zie afbeelding 5.2). Om dit mogelijk te maken wordt de dijk verlegd naar de noordzijde van de Oude Dieze, langs de zuidzijde van het fort. De watergang aan de rivierzijde wordt iets verlegd voor aansluiting op het gemaal. De nieuwe dijk wordt uitgevoerd met verticale constructies om deze compact te kunnen houden en het fort zoveel mogelijk te sparen. Het binnenterrein van het fort krijgt een natuurfunctie. In de Henriëttewaard vindt in dit alternatief (beperkte) winning van grond plaats voor lokale toepassing in de dijkverbetering.

Afbeelding 5.2 Bovenaanzicht Henriëttewaard mogelijk alternatief 1 – Zorgvuldig voortbouwen



Stad-uitewaardverbinding

In de stad-uitewaardzone blijft de agrarische functie gehandhaafd en wordt aandacht geschonken aan het iets ruiger en kleinschaliger maken van de binnendijkse zone, door akkerrandenbeheer met wilde planten/bloemen en natuurlijke oevers, in combinatie met het vergroten van de toegankelijkheid. Denk aan het maken van iets bredere sloten, natuurvriendelijke oevers en akkerrandbeheer door de boeren om de biodiversiteit te vergroten. Langs deze randen liggen op enkele strategische plekken wandel- en fietspaden die de wijk ontsluiten. Deze sluiten bij de dijk aan op paden die de uiterwaard in gaan. De Maasboulevard wordt aan de voetpadzijde verhoogd en er wordt een constructie toegepast. Op deze wijze wordt de dijk niet verder verbreed en blijft het weidse uitzicht gehandhaafd.



5.3.2 Mogelijk alternatief 2 – Kringloop sluiten

Het concept

De kracht van dit mogelijke alternatief bestaat uit het maximaal inzetten van gebiedseigen grond en binden van CO₂ om de CO₂-footprint tot nul te reduceren. Daarbij is het de vraag of we de dijk zoveel mogelijk in grond kunnen versterken, dus zonder constructies die een grote CO₂-belasting met zich meebrengen. Ook onderzoeken we of we de grond volledig lokaal kunnen winnen om de transportafstanden te beperken. Het gevolg is dat de dijkvorm en de daaraan gekoppelde winning van grond en het binden van CO₂ sturend is op het ruimtebeslag. Binnen dit uitgangspunt onderzoeken we op welke wijze de andere projectdoelen hierop aansluiten.

Context en aansluiting bij projectdoelen

Het streven is om een CO₂-neutraal project te realiseren waarbij het toepassen van gebiedseigen grond de basis vormt. Dit betekent veelvuldige toepassing van grondoplossingen (bermen, taludaanpassingen), waarbij we uitgaan van de beschikbare grond in het projectgebied in plaats van gronden met een 'ideale' kwaliteit. Veel grond zal uit de Henriëttewaard worden gewonnen, de natuurdoelen zijn volgend. We hanteren de volgende strategieën om CO₂-neutraliteit te bereiken in het ontwerp: (1) minimaliseren van emissies, (2) vastleggen van CO₂ in het projectgebied en (3) optioneel meekoppelen van lokale energieopwekking.

De uitwerking van het alternatief

De belangrijkste uitwerkingen in dit alternatief:

- versterking van de dijk vindt zoveel mogelijk plaats in grond, in plaats van met constructies. Dit leidt tot brede bermen. We zetten daarbij in op het toepassen van lokaal gewonnen grond (klei en zand);
- de benodigde grond wordt zoveel mogelijk gewonnen uit de Henriëttewaard;
- het versterken van de dijk vindt zoveel mogelijk binnendijks plaats, tenzij binnendijks waarden aanwezig zijn die buitendijks versterken noodzakelijk maken. Dit levert op plekken met veel waarden rondom de dijk een robuuste, slingerende dijk op. Pipingbermen aan de binnenzijde krijgen een overhoogte (leeflaag) waardoor agrarisch gebruik kan plaatsvinden of beplanting kan worden aangebracht om CO₂

vast te leggen. In het landschap rondom de dijk zetten we in op het ontwikkelen van (ooi)bos en rietlanden als compensatie voor de emissies in de dijkverbetering. Dit levert plaatselijk een meer besloten landschappelijke beleving op, en kansen voor natuur en recreatie.

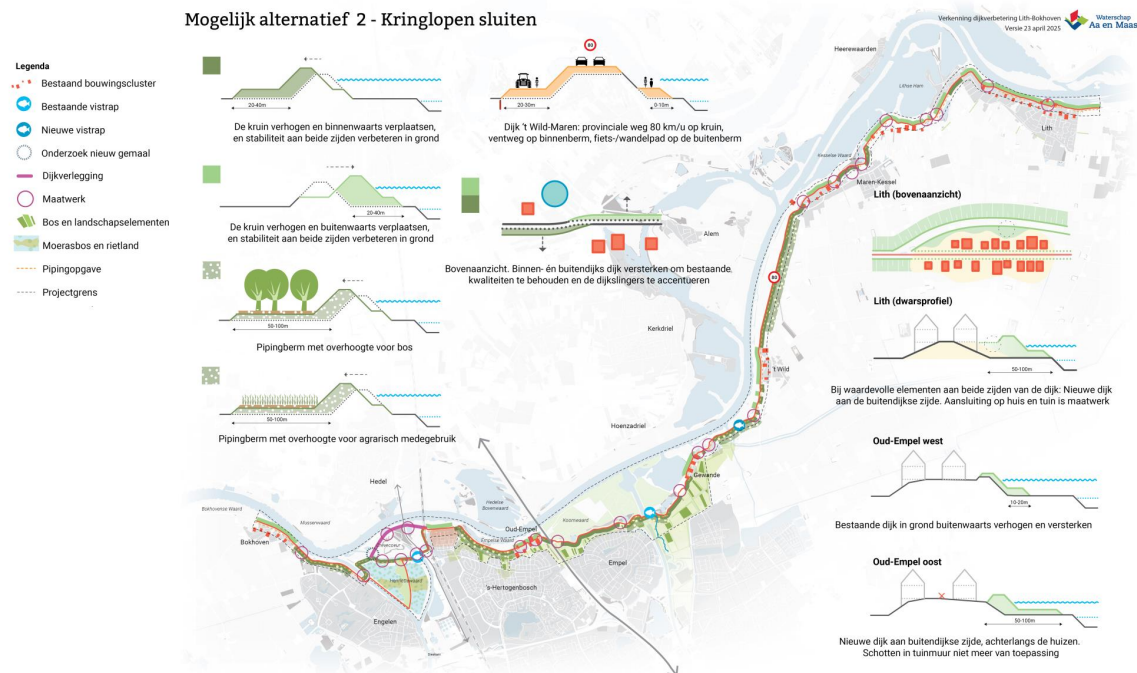
Dijkdorpen

In de dijkdorpen zoals Oud-Empel en Lith past een binnenwaartse versterking niet vanwege de bebouwing. Daarom wordt daar de dijk aan de rivierzijde om de woningen gelegd.

Henriëttewaard

In de Henriëttewaard wordt vol ingezet op grondwinning voor de dijk. Grond die daarbij vrijkomt maar niet geschikt is voor het versterken van de dijk, wordt in de Henriëttewaard gebruikt voor de ontwikkeling van moerasbos en rietland op de locatie van een voormalige oude Maasarm. Het moerasbos en rietland draagt bij aan het vastleggen van CO₂. Dit alternatief biedt ruimte om de bestaande vistrap te verlengen. Als onderdeel van het project HoWaBo wordt een nieuw gemaal in de Henriëttewaard onderzocht. In dit alternatief is daarom een nieuw gemaal gepositioneerd in het verlengde van de Oude Dieze. De aansluitende dijk aan de noordzijde ligt om Fort Crèvecoeur heen. Hierdoor komt het fort en een deel van de uiterwaarden binnendijs te liggen. De watergang aan de rivierzijde wordt iets verlegd voor aansluiting op het gemaal. We maken de linie 1629 zichtbaar met een sloot waarlangs ooit de grondwerken hebben gelegen.

Afbeelding 5.4 Bovenaanzicht mogelijk alternatief 2 – Kringlopen sluiten



Afbeelding 5.5 Bovenaanzicht Henriëttewaard mogelijk alternatief 2 – Kringlopen sluiten



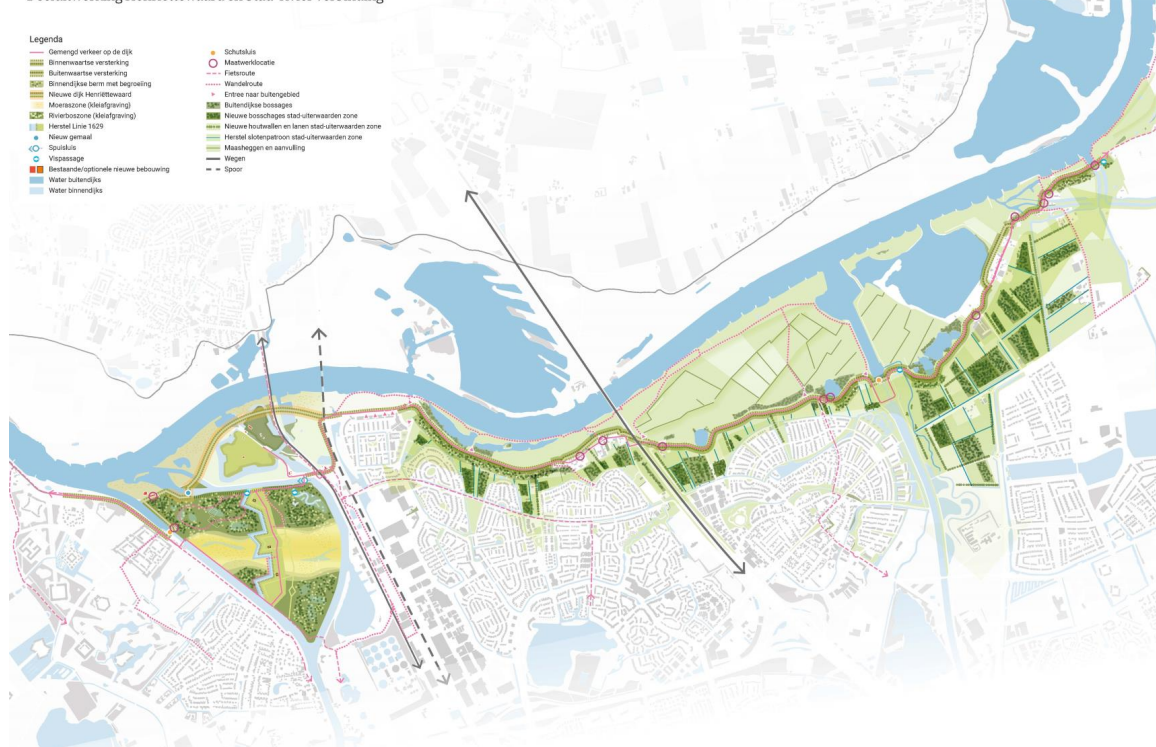
Stad-uiteerwaardverbinding

In de stad-uiteerwaardzone komt op verschillende locaties bos op en naast de binnenberm van de dijk wat bijdraagt aan vastlegging van CO₂. Hierdoor ontstaat een mozaïek van open en besloten ruimten, met doorzichten vanaf en naar de dijk. Deze afwisseling verhoogt de aantrekkelijkheid, en geeft ruimte voor meer mensen om hier te ontspannen. In de stad-uiteerwaardzone zal alleen nog sprake van agrarisch medegebruik (zoals beweiding) zijn. In de uiterwaarde wordt meer natuur gerealiseerd ten koste van de landbouw. De nutriëntrijke bovenlaag van huidige landbouwkavels wordt verwijderd om de natuurkwaliteit te verhogen.

Afbeelding 5.6 Stad-uiteerwaardverbinding mogelijk alternatief 2 – Kringloop sluiten (voor grote legenda zie afbeelding 5.5)

Mogelijk alternatief 2 - Kringlopen sluiten

Deeluitwerking Henriëttewaard en Stad-rivier verbinding



Legenda

- Fiets en bestemmingsverkeer op de dijk
- Binnenwaartse versterking
- Buitenwaartse versterking
- Scherm
- Nieuwe dijk Henriëttewaard
- Moeraszone met geul (kleiafgraving)
- Rivierboszone
- Herstel Linie 1629
- Spuisluis
- Nieuwe geul vispassage
- (Verlengde) vispassage
- Bestaande/optionele nieuwe bebouwing
- Water buitendijks
- Water binnendijks
- Schutsluis
- Maatwerklocaties
- Fietsroute
- Wandelroute
- Entree naar buitengebied
- Buitendijkse bossages
- Nieuwe bosschages stad-uiteerwaarden zone
- Nieuwe houtwallen en lanen stad-uiteerwaarden zone
- Herstel slotenpatroon stad-uiteerwaarden zone
- Maasheggen en aanvulling
- Wegen
- Spoor
- Mogelijke recreatieve voorziening Treurenburg
- Zicht richting de rivier
- Rijksmonument
- Bestaande recreatieve voorziening
- Nieuwe recreatieve voorziening

5.3.3 Mogelijk alternatief 3 – Gebruikers bedienen

Het concept

De kracht van dit mogelijke alternatief zit in het bedienen van recreatief gebruik en natuur en het vergroten van de belevingswaarde van het gebied. De insteek is dat de vorm van de dijk aansluit op de gebruikersfuncties die worden gefaciliteerd en de natuur die wordt ontwikkeld. Binnen dit uitgangspunt onderzoeken we wat dan de passende technische oplossingen zijn voor de dijk.

Context en aansluiting bij de projectdoelen

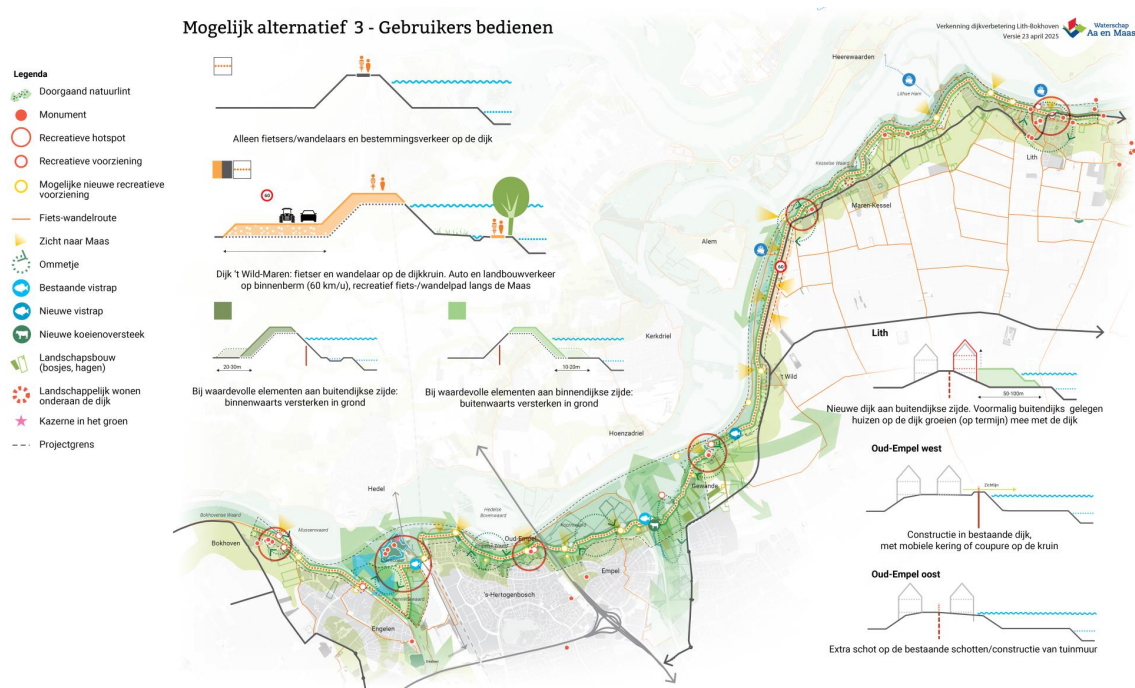
In dit alternatief wordt naar de dijkverbetering gekeken vanuit de optiek van het benutten van kansen en het oplossen van knelpunten van andere functies. De focus ligt daarbij op ambities vanuit de projectdoelstellingen over recreatief gebruik, natuur en beleving.

De uitwerking van het alternatief

De belangrijkste uitwerkingen in dit alternatief:

- de dijk vormt in dit alternatief de recreatieve slagader van het gebied, en de verbinding tussen de uiterwaarden en het landschap achter de dijk. Binnen- en buitendijks zijn zoveel als mogelijk een aaneengesloten gebied, waar plaats is voor natuur en recreatie;
- aangezien het gebruik leidend is, bestaat de dijkverbetering uit een mix van oplossingen in grond en constructies. De dijk wordt in principe aan de binnenzijde versterkt, tenzij dat niet past. Bermen worden toegepast waar mogelijk, en anders worden constructies toegepast. Hierdoor neemt de verscheidenheid van het uiterlijk van de dijk toe. De dijk blijft een herkenbaar groen lint in het landschap door de kruidenrijke bekleding en het doorlopende pad voor fietsers en voetgangers. Ook bereik je via de dijk bijzondere historische plekken die het verhaal van dit gebied vertellen;
- op de kruin van de dijk komt een doorgaand fietspad van Lith naar Bokhoven. Door voorrang te geven aan niet-gemotoriseerd verkeer op de dijk beperken we overlast van verkeer op de dijk. De dijkweg blijft wel toegankelijk voor bestemmingsverkeer, zodat bewoners en agrariërs hun bestemming aan de dijk kunnen bereiken. Ook op het tracé van de huidige provinciale weg op de dijkruin tussen Maren en 't Wild wordt een fiets- en wandelverbinding gesitueerd. Deze weg wordt afgewaardeerd naar een 60 km/uur weg en verplaatst naar de binnenberm;
- langs het traject komen recreatieve hotspots die als gebiedsentry dienen. Hier parkeer je je auto om op de fiets of te voet de dijk, uiterwaarden en het binnendijks gebied verder te verkennen. Rondom de hotspots combineren we het versterken van de recreatieve functie met de beleving van de historie. Bijvoorbeeld door het historische sluisenlandschap bij Gewande beter toegankelijk te maken met een route;
- ter hoogte van het veer naar Alem komt een fietspad door de uiterwaard;
- we leggen ecologische verbindingen aan in de uiterwaarden en vernatten die om de natuurwaarden te verhogen.

Afbeelding 5.7 Bovenaanzicht mogelijk alternatief 3 – Gebruikers bedienen



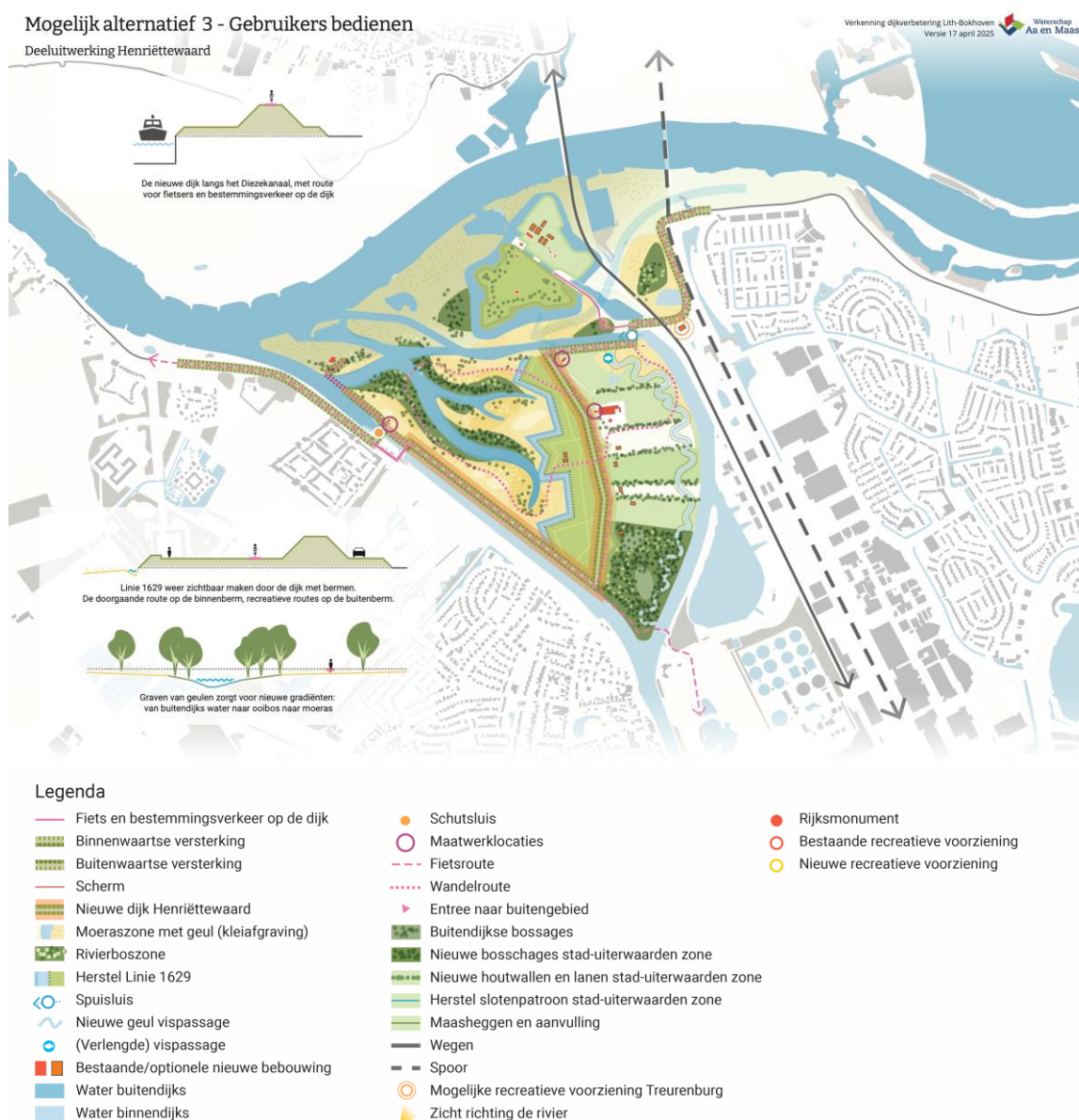
Dijkdorpen

Bij Lith vindt versterking van de dijk aan de buitenzijde (rivierwaarts) plaats. Op de dijk komt een fietspad, daarmee is er een betere beleving van de rivier. De voormalig buitendijks gelegen huizen groeien (op termijn) mee met de dijk. In Oud-Empel volgt de nieuwe kering de huidige kering. In het oostelijke deel verhogen we de bestaande coupures of leggen nieuwe coupures aan. In het westelijke deel worden ook coupures gerealiseerd op de kruin zodat het uitzicht op de rivier blijft ten behoeve van het behoud van het beschermde dorpsgezicht.

Henriëttewaard

De Henriëttewaard is in dit alternatief bij uitstek de plek waar een grote kans ligt om de belevingswaarden en ruimtelijke waarden met een gebiedsontwikkeling te versterken. Dit is de plek waar de Maas en het regionaal watersysteem bij elkaar komen in de Diezedelta en dus ligt de focus op natuur, historie en recreatie. De Linie 1629 wordt hierin een linie die beschermt tegen het water, doordat we de dijk landinwaarts leggen achter de Linie 1629. Hierdoor ontstaat een nieuw buitendijks rivierlandschap aan de stadsrand met oobos, geulen en riet. Dit draagt bij aan het vastleggen van CO₂. De grond die vrijkomt zetten we lokaal in voor de dijkverbetering. De contouren van het fort worden in grondwerk versterkt en de fortgracht wordt uitgegraven. Een optie is om defensie binnen de kaders van behoud van de cultuurhistorische kwaliteiten, het binnenterrein van het fort te laten ontwikkelen tot kazerneterrein.

Afbeelding 5.8 Bovenaanzicht Henriëttewaard mogelijk alternatief 3 – Gebruikers bedienen



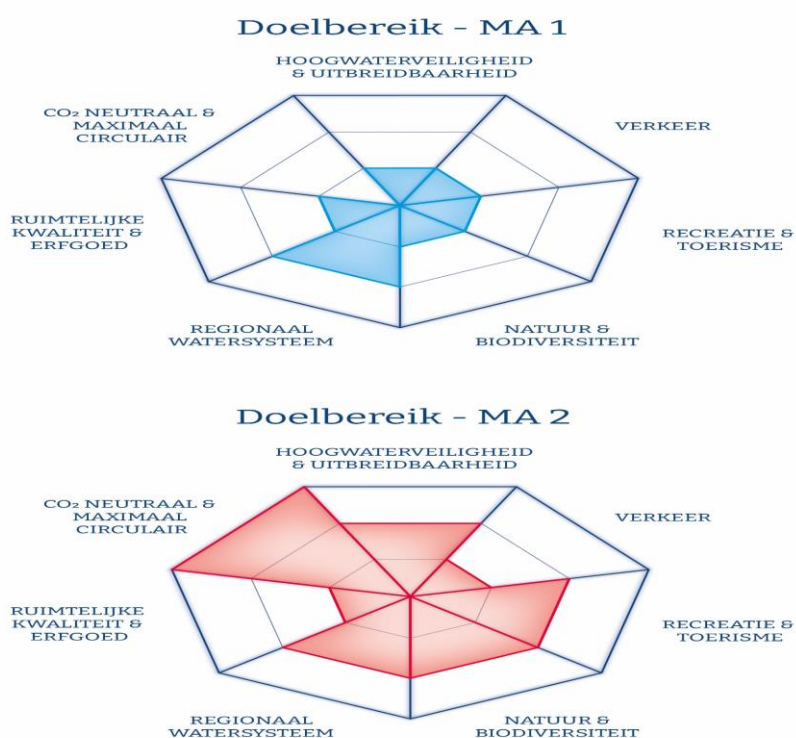
Stad-uiteerwaardverbinding

In de stadsrandzone vergroten we de recreatieve aantrekkingskracht met een plek voor een theetuin en natuurlijke speelvoorzieningen voor kinderen. Dit is een middel om te zoneren: door dergelijke specifieke voorzieningen in de stadsrandzone te realiseren zal de recreatieve druk op de uiterwaarden afnemen.

Verder worden kleine landschapselementen ingepast, zoals boomgaardjes, watergangen met brede rietkragen en wilgenlaantjes.

In de uiterwaarden verbinden we bestaande natuurgebieden tot een doorgaand lint van riviernatuur, met een duidelijke zonering voor recreatieve- en natuurwaarden. We vullen maasheggen, die onderdeel zijn van het Maasheggenlandschap met UNESCO-status, aan op dusdanige wijze dat het geen grote impact heeft op de rivierwaterafvoer. Er komt een doorgaand wandelpad door de uiterwaarden en op verschillende plekken worden ommetjes aangelegd. Een koeienpassage over de dijk bij sluis Empel maakt een binnen-/buitendijks doorlopende begraasbare beheerseenheid van het kanaalpark tot aan de Blauwe Sluis mogelijk. Het karakter van de oeverwallen versterken we door de dijk in te passen, met kleine landschapselementen op de verkavelingsstructuur.

Afbeelding 5.9 Stad-uiterwaardverbinding mogelijk alternatief 3 – Gebruikers bedienen (voor grote legenda zie afbeelding 5.8)



5.3.4 Mogelijk alternatief 4 – Slim meebewegen

Het concept

De kracht van dit mogelijke alternatief zit in het rekening houden met verschillende scenario's en onzekerheden in de tijd. Dit vraagt om het onderzoeken of, en op welke wijze, de dijk in de verdere toekomst eenvoudig aangepast of versterkt kan worden zonder grote fysieke en kostbare ingrepen. Vanuit de volgende generatie dijkverbetering denken we na over de huidige dijkverbetering. Het gevolg is dat we verder kijken dan de huidige dijktracés en -profielen. Ook onderzoeken we of er een adaptieve manier is om met de dijkverbetering en bebouwing om te gaan. Binnen dit uitgangspunt onderzoeken we op welke wijze de andere projectdoelen hierop aansluiten.

Context en aansluiting op projectdoelen

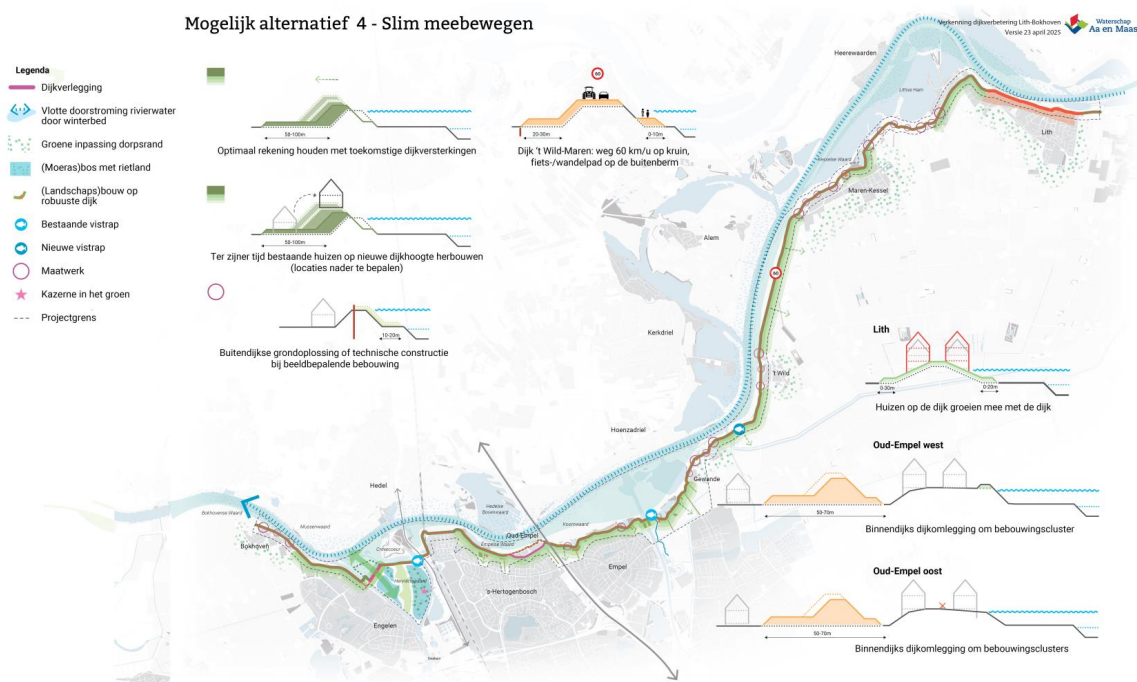
De adaptieve benadering worden dijken zodanig ontworpen dat ze flexibel kunnen inspelen op toekomstige veranderingen en onzekerheden, zoals klimaatverandering en zeespiegelstijging. Dit betekent dat dijken aan de huidige eisen voldoen en dat ze in de toekomst eenvoudig aangepast of versterkt kunnen worden zonder

grote reconstructies of ingrepen in de (bebouwde) omgeving). Ontwerpkeuzes voor de dijkverbetering nu, zullen gebaseerd zijn op een lange termijn groei- en adaptatiestrategie. Dit via adaptieve oplossingen die de ontwerphorizon van de versterkingsoplossing aanpast aan de onzekerheden. Ook een uitbreidbare oplossing waarbij ruimtelijk en technisch wordt voorgesorteerd op toekomstige versterkingen is mogelijk.

De uitwerking van het alternatief

- we versterken in dit alternatief waar mogelijk in grond en aan de binnenzijde om flexibel te zijn en ruimte te houden voor de rivier;
- beeldbepalende bebouwing langs de dijk blijft gehandhaafd waarvoor op een enkele plek een constructie wordt toegepast. We verkennen dijkverleggingen daar waar het door ruimtegebrek lastig is om de dijk in de toekomst nogmaals te versterken. Verder laten we in dit alternatief bebouwing en waarden 'meegroeien' met de dijk. Dit kan bijvoorbeeld door woningen verhoogd terug te bouwen;
- de dijk heeft een groen karakter in dit alternatief. Op enkele plekken heeft de dijk op een berm met overhoogte (leeflaag) een landschappelijk of bouwkundig accent. Denk aan een bosje of een makkelijk verplaatsbaar bouwwerk met een recreatieve functie. Waar de dijk bestaande beplanting raakt, brengen we dit niet terug op dezelfde plek direct bij de dijk, maar in een zone rondom de dorpen;
- de uiterwaarden blijven zo open mogelijk om de rivier zo veel mogelijk ruimte te geven.

Afbeelding 5.10 Bovenaanzicht mogelijk alternatief 4 – Slim meebewegen



Dijkdorpen

In Oud-Empeel verkennen we een nieuw dijktracé aan de binnendijkse zijde, waardoor het dorp buitendijks zou komen te liggen en het contact met de rivier groot blijft. Het nieuwe dijktracé biedt ruimte voor toekomstige versterkingen en de kwaliteiten van het dorp blijven behouden. In Lith kijken we naar hoe de tweezijdige bebouwing langs de dijk kan meegroeien met de nieuwe en toekomstige dijkhoogte. De dijk wordt in het bestaande profiel verhoogd en waar mogelijk groeien woningen mee, of worden er op termijn nieuwe woningen gebouwd.

Henriëttewaard

In de Henriëttewaard wordt het bestaande dijktracé verkort door een dijkteruglegging langs de Henriëtteweg. De omgeving van de dijk richten we zo in dat de groene dijk een ecologische verbinding vormt tussen binnen- en buitendijks gebied. De Linie 1629 wordt met grondwerk weer zichtbaar gemaakt. Achter de linie ligt verscholen in een groot rietland een uitbreiding van de Defensie kazerne. Met een brug over de Oude Dieze is deze uitbreiding verbonden met het bestaande defensie terrein aan het Engelse Gat.

Afbeelding 5.11 Bovenaanzicht Henriëttewaard mogelijk alternatief 4 – Slim meebewegen



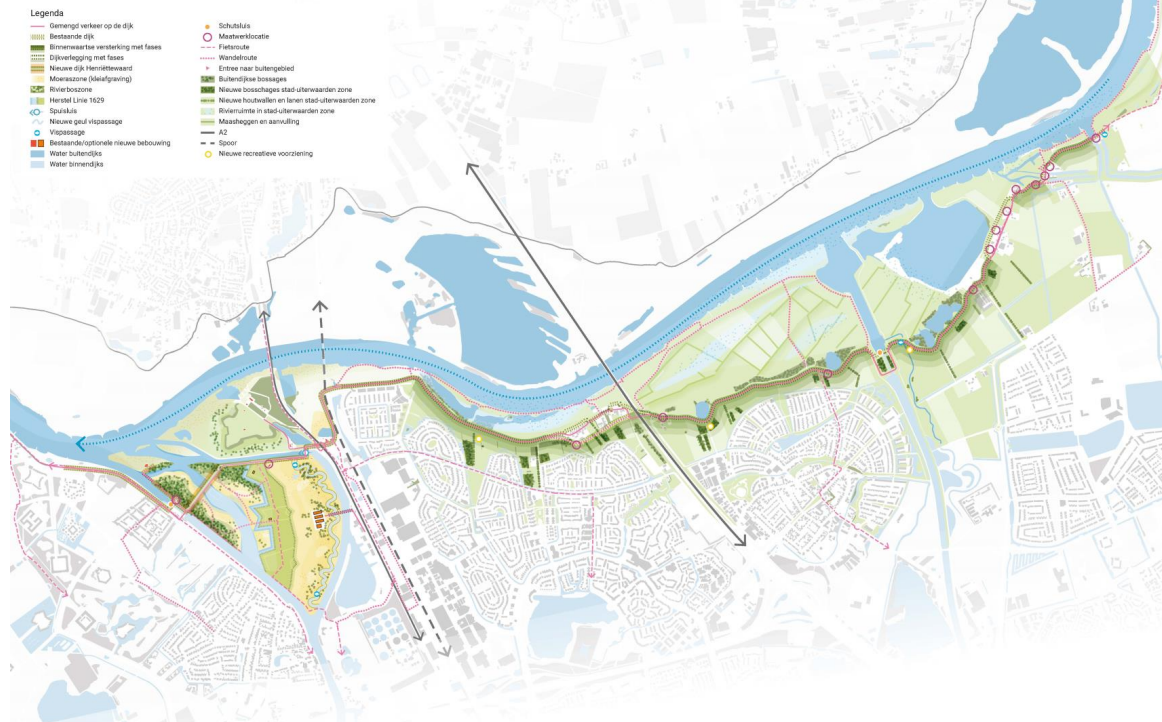
Stad-uiteerwaardverbinding

De stad-uiteerwaardzone blijft grotendeels een open gebied waar de dijk goed zichtbaar is. De dijk vormt de recreatieve hoofdroute, waarbij, op een aantal markante locaties bijzondere plekken komen op de dijk of binnenberm. Dit kan bijvoorbeeld gaan om een hooggelegen bosje als ontmoetingsplek of gebiedsentree, of een makkelijk te verplaatsen bouwwerk met een eenvoudige recreatieve functie. De dijk krijgt op die locaties is een overhoogte. De bijzondere plekken worden met paden toegankelijk gemaakt vanuit de wijken. Buitendijks worden geen specifieke maatregelen getroffen.

Afbeelding 5.12 Stad-uitwaardverbinding mogelijk alternatief 4 – Slim meebewegen (voor grote legenda zie afbeelding 5.11)

Mogelijk alternatief 4 - Slim meebewegen

Deeluitwerking Henriëttewoord en Stad-rivier verbinding



5.3.5 Overzicht van de vier mogelijke alternatieven

Tabel 5.5 Overzicht van de vier mogelijke alternatieven

Mogelijke	MA1 – Zorgvuldig voortbouwen	MA2 – Kringloop sluiten	MA3 – Gebruikers bedienen	MA4 – Slim meebewegen
VERTREKPUNT / FOCUS				
Concept	Voortbouwen op de hooggewaardeerde bestaande kwaliteiten en gebruik van het gebied	Maximale inzet gebiedseigen grond en binden CO ₂ om de CO ₂ footprint tot nul te reduceren	Bedienen recreatief gebruik en natuur en vergroten belevingswaarde van het gebied	Rekening houden met scenario's en onzekerheden in de tijd
OVERZICHT MAATREGELEN PER PROJECTDOEL				
Verbeteren van de dijk zodat deze voldoet aan de wettelijke norm	Dijk: • Hoogte: kruinverhoging in grond en daarmee verbreding dijkvoet, primair binnenwaarts, anders buitenwaarts. • Stabiliteit: constructie. • Piping: verticale constructie.	Dijk: • Hoogte: kruinverhoging in grond en daarmee verbreding dijkvoet, primair binnenwaarts, anders buitenwaarts. • Stabiliteit: grondbermen. • Voorkeursvolgorde binnenwaarts, dan buitenwaarts, anders constructie. Bij noodzaak grondberm aan beide zijden toepassing kruinverplaatsing. • Piping: pipingberm mits ruimte beschikbaar, anders verticale constructie.	Dijk: • Hoogte: kruinverhoging in grond en daarmee verbreding dijkvoet, primair binnenwaarts, anders buitenwaarts. • Stabiliteit: grondbermen mits ruimte beschikbaar, anders constructie. • Piping: bij provinciale weg tussen Maren en 't Wild een pipingberm, overige locaties een verticale constructie.	Dijk: • Hoogte: kruinverhoging in grond en daarmee verbreding dijkvoet, primair binnenwaarts, anders buitenwaarts. Bij beeldbepalende bebouwing toepassen constructies. • Stabiliteit binnenwaarts met grondberm. Bij beeldbepalende bebouwing toepassen constructies. • Stabiliteit buitenwaarts (riverside) met grondberm, indien mogelijk gecombineerd met een binnenwaartse kruinverplaatsing. • Piping: verticale constructie.
	Lith: Vaste of tijdelijke constructie in/op de kruin van de dijk.	Lith: Dijkverlegging buitendijs achterlangs de huizen.	Lith: Dijkverlegging buitendijs achterlangs de huizen., inclusief ophogen tuinen en op termijn ook herbouw huizen op nieuwe dijkhoogte	Lith: kruinverhoging bestaande dijk en herbouw huizen afgestemd op nieuwe kruinhoogte
	Oud-Empel: West: kruinverhoging in grond op bestaande dijk achterlangs de huizen. Oost: verstevigen/verhogen muur met coupures	Oud-Empel: West: kruinverhoging in grond op bestaande dijk achterlangs de huizen. Oost: Dijkverlegging buitendijs achterlangs de huizen	Oud-Empel: West: demontabele kering op de bestaande dijk achterlangs de huizen. Oost: verstevigen/verhogen muur met coupures	Oud-Empel: West en oost: dijkverlegging binnendijs om bebouwingscluster
Het verbeteren van het verkeer op de dijk	• Gemengd verkeer handhaven. • Dijkkruin smal houden en lokaal snelheidsremmende maatregelen toepassen. • Provinciale weg tussen Maren en 't Wild: behoudt inrichting en functionaliteit (80km/u), ventweg op de binnenberm	• Gemengd verkeer handhaven. • Dijkkruin smal houden en lokaal snelheidsremmende maatregelen toepassen. • Wandelpad/-route op de buitenberm waar mogelijk. • Provinciale weg tussen Maren en 't Wild: behoudt inrichting en functionaliteit (80km/u), ventweg op de binnenberm, fiets/wandelpad op de buitenberm.	• Gehele dijktracé doorgaand fietspad en weg voor bestemmingsverkeer. Ontsluiting van het gebied voor doorgaand verkeer via bestaande wegen achter de dijk. • Provinciale weg tussen Maren en 't Wild: Fiets/wandelpad op de kruin, weg afwaarderen naar 60 km/u en verplaatsen naar de binnenberm.	• Gemengd verkeer handhaven. • Dijkkruin smal houden en lokaal snelheidsremmende maatregelen op de dijk toepassen. • Provinciale weg tussen Maren en 't Wild: afwaarderen naar 60km/u op de kruin, met snelverkeer en landbouwverkeer, fiets/wandelpad op de buitenberm.

Verbeteren van recreatiemogelijkheden en versterken van toerisme	• Struipaden en kleine gebiedsentrees (poortjes, bankje, informatievoorziening) bij ensembles voor ommetjes richting uiterw aarden. • Stad-uitw aard verbinding: wandelpaden langs bestaande sloten, landbouw blijft gehandhaafd.	• Struipaden en kleine gebiedsentrees (poortjes, bankje, informatievoorziening) voor ommetjes bij nieuwe bos- en rietlanden. • Verbeterde beleving door (nieuw) ontwikkelde natuurgebieden. • Stad-uitw aard verbinding: binnendijs enkele nieuwe paden voor voetganger en fietser, specifieke aandacht voor dijkovergangen (gebiedsentree)	• Recreatieve hotspots langs de dijk, ook met de auto bereikbaar. Hier ontwikkelen van grotere gebiedsentrees (parkeerplaatsen, routes/ommetjes en paden, plekken om te verblijven zoals strandjes). • Struipaden en kleine gebiedsentrees (poortjes, bankje, informatievoorziening) bij bestaande dorpen/bebouwingsclusters voor ommetjes. • Versterken beleving historie bij hotspots en ensembles door bijvoorbeeld afwijkende materialen en vormgeving. • Doorgaand wandelpad door de uiterw aarden. Fiets-/wandelpad door de uiterw aard tussen Maren en 't Wild. • Toevoegen uitzichtspunten en uitkijktoren. • Stad-uitw aard verbinding: binnendijs meerdere nieuwe paden voor voetganger en fietser, tevens kleinschalige recreatieve voorzieningen, specifieke aandacht voor dijkovergangen (gebiedsentree)	• Struipaden en kleine gebiedsentrees (poortjes, bankje, informatievoorziening) voor ommetjes bij bestaande dijkovergangen. • Toevoegen wandelpad op de buitenbermen, tussen Maren en 't Wild. • Makkelijk te verplaatsen gebouwen met recreatieve functies op de binnenberm (berm aangelegd met overhoogte). • Stad-uitw aard verbinding: enkele verbredingen op/ aan de dijk met recreatieve functies.
Versterken van de natuur en biodiversiteit	• Grasdijk. • Terugbrengen/versterken van het cultuurhistorisch landschap (maasheggen, kruidenrijke weides) • Meer sloten en natuurvriendelijke oevers in Henriëttew aard • Stad-uitw aard verbinding: natuurvriendelijke oevers en bloemrijke akkerranden, landbouw blijft gehandhaafd.	• Kruidenrijke dijk. • Ontwikkelen van groot binnendijs (moeras)bos en rietland in de Henriëttew aard. • Stad-uitw aard verbinding: binnendijs veel bos en landschapselementen, ook op de pipingberm (met overhoogte).	• Kruidenrijke dijk • Buitendijs lint van riviernatuur door realiseren ecologische verbindingen in de uiterw aarden (incl. vernatting) en natuurlijke begrazing. • Binnendijs en buitendijs doorlopende begrazingseenheid d.m.v. koeienpassage over de dijk bij Sluis Empel. • Dankzij dijkeruglegging fors nieuw buitendijs rivierlandschap in de Henriëttew aard • Stad-uitw aard verbinding: bos en landschapselementen, natuurgerichte speelplekken.	• Grasdijk. • Open uiterw aarden met hooilandbeheer • Ontwikkeling robuuste ecologische zone aan buiten- en binnendijs tegen de dijk in Henriëttew aard. Rietland bij terreinuitbreiding Defensie. • Stad-uitw aard verbinding: enkele boomgroepen op de dijk (met overhoogte)

Beperken overstrooming vanuit het regionale watersysteem	• Inpassing nieuw gemaal in Henriëttew aard	• Inpassing nieuw gemaal in Henriëttew aard.		
	<u>1. Herkenbaar lint:</u> • Behoud herkenbaarheid en groen karakter dijk met grasbekleding • Slingerend lengteprofiel dijk door inpassen waarden rondom de dijk	<u>1. Herkenbaar lint:</u> • Versterken groen karakter dijk met bloemrijke bekleding • Robuuste hoofdvorm dijk met bermen • Bij pipingbermen hoofdvorm dijk herkenbaar door toepassing leeflaag (landschap loopt door tot aan steile deel dijk)	<u>1. Herkenbaar lint:</u> • Versterken groen karakter dijk met bloemrijke bekleding	<u>1. Herkenbaar lint:</u> • Behoud herkenbaarheid en groen karakter dijk met grasbekleding • Robuuste hoofdvorm dijk met bermen
Ruimtelijke kwaliteit verbeteren en erfgoed beleefbaar maken	<u>2. Hoofdroute recreatieve netwerken:</u> • Struipaden door uiterw aarden bij ensembles bereikbaar vanaf kleine gebiedsentrees op de dijk • Beleving recreanten versterken met informatievoorziening	<u>2. Hoofdroute recreatieve netwerken:</u> • Struipaden door uiterw aarden bij ensembles bereikbaar vanaf kleine gebiedsentrees op de dijk • Langs dijk tussen Maren en 't Wild fiets- en wandelpad op de buitenberm van de dijk.	<u>2. Hoofdroute recreatieve netwerken:</u> • Vergroten belevingsw aarde door ontwikkelen van riviernatuur, versterken recreatie en doorlopend fiets- en wandelpad op de kruin van de dijk. • Recreatieve hotspots/gebiedsentrees op de dijk voor toegang uiterw aarden en beleving ensembles • Doorlopende fiets- en wandelroutes door de uiterw aarden bereikbaar vanaf de dijk	<u>2. Hoofdroute recreatieve netwerken:</u> • Struipaden door uiterw aarden bij ensembles bereikbaar vanaf kleine gebiedsentrees op de dijk • Langs dijk tussen Maren en 't Wild fiets- en wandelpad op de buitenberm van de dijk.
	<u>3. Aandacht bijzondere elementen en ensembles:</u> • Behoud bestaande karakteristieken bijzondere elementen en ensembles, incl. beplanting en cultuurhistorische landschapselementen • Nadruk op Henriëttew aard als historisch ensemble met behoud huidige waarde en functie. • De nieuwe dijk langs het kanaal over fort Crèvecœur die aansluit op het nieuwe gemaal wordt vormgegeven met aandacht voor historische waarden	<u>3. Aandacht bijzondere elementen en ensembles:</u> • Maatwerk dijk bij bijzondere elementen en ensembles om waarden te behouden • Nadruk op Henriëttew aard als historisch ensemble, koppeling natuur, erfgoed en recreatie. • De nieuwe dijk aan de riviervoorzijde van fort Crèvecœur die aansluit op het nieuwe gemaal wordt vormgegeven met aandacht voor historische waarden.	<u>3. Aandacht bijzondere elementen en ensembles:</u> • Behoud bestaande karakteristieken bijzondere elementen en ensembles, incl. beplanting en cultuurhistorische landschapselementen • Versterken van verkavelstructuur met landschapselementen op de oeverwallen • Recreatieve hotspots gekoppeld aan ensembles, beleving ensembles versterken, o.a. bij de Henriëttew aard. • Tracé nieuwe dijk wordt gecombineerd met de Linie 1623.	<u>3. Aandacht bijzondere elementen en ensembles:</u> • Maatwerk dijk bij bijzondere elementen en ensembles om waarden te behouden • Nadruk op Henriëttew aard als historisch ensemble, koppeling erfgoed, natuur en recreatie. • Tracé nieuwe dijk wordt gecombineerd met tracé bestaande doorgaande weg.

	<u>4. Versterken ruimtelijke kwaliteit en beleefbaar maken erfgoed:</u> • Vergroten beleving erfgoed door informatieborden voor recreanten • Linie 1629 zichtbaar gemaakt in Henriëttew aard met sloot, en kleine grondwal. Zeer weinig grondverzet.	<u>4. Versterken ruimtelijke kwaliteit en beleefbaar maken erfgoed:</u> • Ontwikkeling nieuwe kwaliteit en kans voor recreatie/beleving bij binnendijks moerasbos en rietland in Henriëttew aard en natuurontwikkeling in de stadsrand. • Linie 1629 zichtbaar gemaakt in Henriëttew aard in grond en bomenrij. Contour Linie geaccentueerd met kleine grondwal en vlonderpad. Gebiedsinrichting mede gebaseerd op oude Maasgeul in ondergrond.	<u>4. Versterken ruimtelijke kwaliteit en beleefbaar maken erfgoed:</u> • Diversiteit in landschappelijke beleving wordt groter, afwisselend landschap en dijk. • Beleving historie versterken door contouren van fort Crevecoeur zichtbaar te maken • Linie 1629 zichtbaar gemaakt in Henriëttew aard door de waterkerende dijk tegen de linie aan te leggen, met verhoogd grondlichaam en brede watergang.	<u>4. Versterken ruimtelijke kwaliteit en beleefbaar maken erfgoed:</u> • Nieuwe accenten in beleving op de dijk met beplanting en verplaatsbare bebouwing. • Linie 1629 zichtbaar gemaakt in Henriëttew aard met brede watergang, grondwallen en verhoogd maaiveld.
Het realiseren van CO2-neutraal en maximaal circulair project	• (beperkte) winning van grond in de Henriëttew aard voor lokale toepassing in de dijkverbetering	• Zoveel mogelijk lokaal grond winnen en binnen het project toepassen. • Minimaliseren van constructies en daarmee materialen als staal, beton etc. • Vastlegging CO2 door ontwikkeling van binnendijks moerasbos en rietland in Henriëttew aard en natuurontwikkeling in de stadsrand.	• Winning van grond van grond in de Henriëttew aard voor lokale toepassing in de dijkverbetering • Vastlegging CO2 door ontwikkeling van binnendijks moerasbos en rietland in Henriëttew aard en natuurontwikkeling in de stadsrand.	• Winning van grond van grond in de Henriëttew aard voor lokale toepassing in de dijkverbetering • Gebiedseigen grond in Henriëttew aard • Versterken bij voorkeur in grond dus beperkt toepassen van constructies en daarmee materialen als staal, beton etc.

INZICHTEN EN AFWEGINGEN MOGELIJKE ALTERNATIEVEN

Dit hoofdstuk beschrijft de inzichten en afwegingen van de mogelijke alternatieven op basis van de beoordeling hiervan op doelbereik, maakbaarheid, vergunbaarheid en betaalbaarheid zoals beschreven in paragraaf 4.4. Als eerste geven we een overzicht met de belangrijkste resultaten vanuit de beoordeling voor de vier mogelijke alternatieven (paragraaf 6.1). Vervolgens beschrijven we de resultaten in meer detail, waarbij we na de beoordeling van het alternatief als geheel inzoomen op de dijkdorpen, Henriëttewaard en Stad-uiterwaardverbinding (paragraaf 6.2 tot en met 6.5). Dit hoofdstuk eindigt met de belangrijkste conclusies en inzichten die input vormen voor het vervolg van het ontwerpproces (paragraaf 6.6).

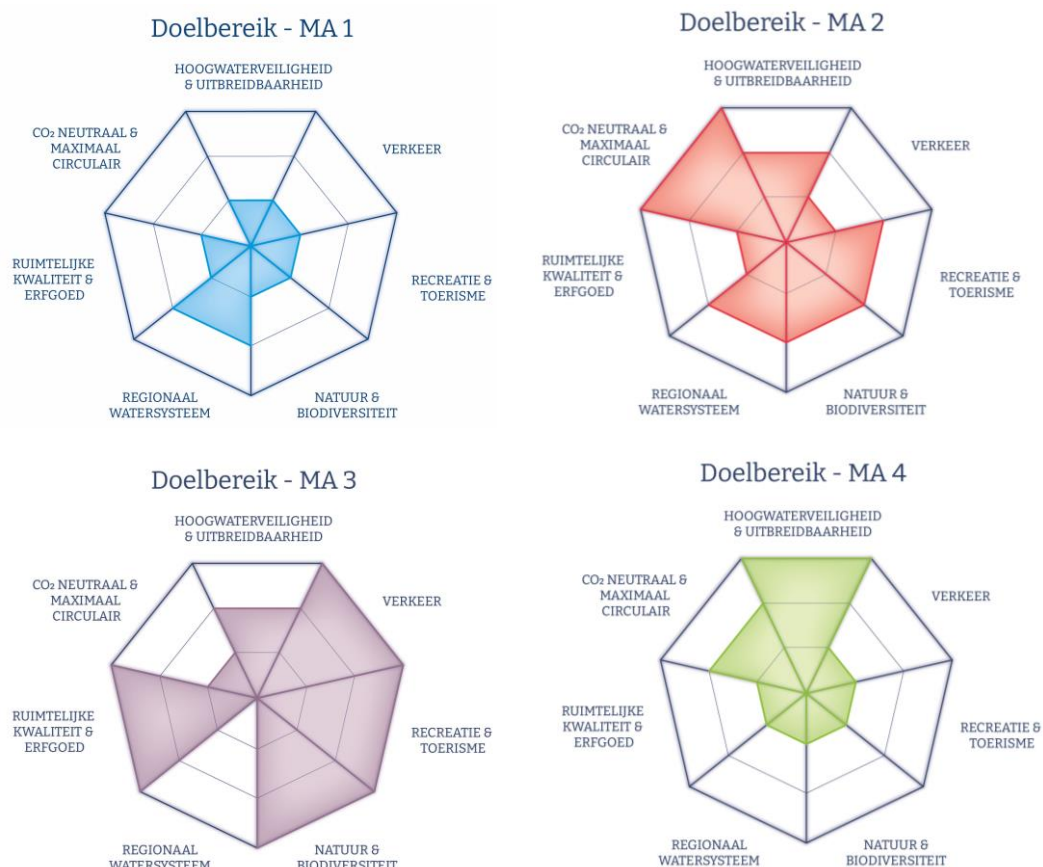
6.1 Overzicht afweging vier mogelijke alternatieven

Doelbereik

Alle mogelijke alternatieven dragen bij aan de projectdoelstellingen. Mogelijk alternatief 1 zorgvuldig voortbouwen is relatief behoudend met kleinschalige ingrepen waardoor deze wel maatschappelijke meerwaarde levert, maar dit ten opzichte van andere alternatieven beperkt is. Mogelijk alternatief 3 gebruikers bedienen daarentegen levert juist maximaal doelbereik op meerdere doelstellingen (verkeer, recreatie, natuur en ruimtelijke kwaliteit en beleving erfgoed) met meerdere grootschalige ingrepen (weg op de dijk geheel in te richten voor recreatief verkeer, ontwikkeling van recreatieve hotspots, de ontwikkeling van een buitendijks lint van riviernatuur en het verbinden van verschillende natuurgebieden en het aanbrengen van verbeteringen voor de beleving van erfgoed).

Bij alle mogelijk alternatieven zorgt de dijkverbetering ervoor dat de dijk voldoet aan de waterveiligheidsopgave (dit is een randvoorwaarde voor het ontwerp). Het best uitbreidbaar zijn mogelijk alternatief 2 kringloop sluiten en 4 slim meebewegen doordat met name grondoplossingen worden toegepast en weinig constructies. Bij mogelijk alternatief 4 slim meebewegen is bovendien bij de ontwerpkeuzes extra rekening gehouden met toekomstige dijkverbeteringen. Alle alternatieven dragen bij aan de verkeersveiligheid en faciliteren recreatief verkeer door het lokaal toepassen van snelheidsremmende maatregelen en toevoegen van rustpunten en gebiedsentrees. Mogelijk alternatief 3 gebruikers bedienen draagt hier maximaal bij doordat de dijk geheel wordt ingericht voor recreatief en bestemmingsverkeer. Ook voor natuur levert mogelijk alternatief 3 de meeste meerwaarde door het ontwikkelen van een buitendijks lint van riviernatuur en het verbinden van binnen- en buitendijkse natuurgebieden. Mogelijk alternatief 1 zorgvuldig voortbouwen en mogelijk alternatief 2 kringloop sluiten hebben de meeste meerwaarde voor het regionaal watersysteem door inpassing van een gemaal waarmee in de toekomst meer water kan worden afgevoerd. Qua ruimtelijke kwaliteit levert mogelijk alternatief 3 gebruikers bedienen de meeste meerwaarde door met name een verhoging van de belevingswaarde. Bij mogelijk alternatief 1 zorgvuldig voortbouwen is de inpassing relatief goed doordat er met name constructies worden toegepast waardoor de vorm van de dijk gelijk blijft, terwijl de grote pipingbermen in mogelijk alternatief 2 kringloop sluiten juist een aandachtspunt zijn. Aan CO₂-neutraal en circulariteit dragen mogelijk alternatief 2 kringloop sluiten en 4 slim meebewegen het sterkst bij door het lokaal inzetten van grond gewonnen in de Henriëttewaard bij de dijkverbetering en beperkt inzetten van constructies. Mogelijk alternatief 1 zorgvuldig voortbouwen scoort hier juist het minst doordat veel constructies worden toegepast.

Afbeelding 6.1 Overzicht doelbereik mogelijke alternatieven



Maakbaarheid

In de basis zijn alle alternatieven maakbaar. Mogelijk alternatief 1 zorgvuldig voortbouwen is door toepassing van veel constructies het meest complex in de uitvoering en het minst uitbreidbaar, maar er is weinig grond nodig door het beperkte ruimtebeslag en minder grote ingrepen rondom de dijk. Mogelijk alternatief 2 kringloop sluiten en 4 slim meebewegen zijn het best uitbreidbaar door toepassing van grond. Bij mogelijk alternatief 4 slim meebewegen is de uitvoering relatief complex doordat veel maatwerk nodig is om alle grondoplossingen in te passen. Dit is ook het geval bij mogelijk alternatief 2 kringloop sluiten, maar in mindere mate. Mogelijk alternatief 3 gebruikers bedienen is goed maakbaar door de mix van grondoplossingen waar het kan en constructies daar waar weinig ruimte is.

Tabel 6.1 Vergelijking maakbaarheid van de 4 alternatieven (+: scoort relatief beter dan de andere alternatieven, 0: weinig onderscheidend ten opzichte van andere varianten, -: scoort relatief minder goed dan de andere alternatieven)

	MA1 – zorgvuldig voortbouwen	MA2 – kringloop sluiten	MA3 – gebruikers bedienen	MA4 – slim meebewegen
uitvoerbaarheid	-	0	0	-
uitbreidbaarheid	-	+	0	+
beheer, onderhoud, inspectie	0	0	0	0
grondeigendom	+	0	0	0

Vergunbaarheid

Mogelijk alternatief 1 zorgvuldig voortbouwen, waarbij met name constructies worden toegepast, is het meest gunstig vanuit vergunbaarheid doordat het ruimtebeslag beperkt is en daardoor de minste bestaande waarden worden aangetast. Daarnaast scoort mogelijk alternatief 3 gebruikers bedienen ook goed doordat bermen worden toegepast waar het kan en constructies waar nodig om waarden te beschermen. Mogelijk alternatief 2 kringloop sluiten, waarbij met name grond wordt toegepast, scoort het minst goed door de grotere ruimtelijke effecten. Bij alle alternatieven zijn er aandachtspunten voor vergunbaarheid die vragen om verdere optimalisatie, maar er zijn een aantal zaken waarin de alternatieven zich van elkaar onderscheiden. Mogelijk alternatief 1 zorgvuldig voortbouwen scoort met name beter op natuur en landbouw door het beperkte ruimtebeslag en, voor het aspect natuur, door weinig grondverzet (minder stikstofuitstoot). Bij mogelijk alternatief 2 kringloop sluiten zijn er meer locaties met buitenwaartse versterkingen die mogelijk rivierkundige effecten hebben. De rivierkundige effecten zijn echter naar verwachting over het algemeen beperkt. De rivierwaartse verlegging van de dijk buiten Fort Crèvecoeur uit dit alternatief is hierop een uitzondering en naar verwachting lastig vergunbaar door grote negatieve rivierkundige effecten (afname bergend vermogen van de rivier) en aantasting van het fort (zowel afname belevingswaarde als kans op schade door waterstandsverhoging). Daarnaast is de bodem op de locatie van de dijkverlegging naar verwachting sterk verontreinigd (oefenterrein van Defensie). Bij mogelijk alternatief 3 gebruikers bedienen zorgt de dijkteruglegging voor meer bergingsruimte voor de rivier. De waterstand in het gebied wat buitendijks komt te liggen daalt ten opzichte van de huidige situatie (het rivierpeil is lager dan het polderpeil). Dit leidt naar verwachting tot een daling van de grondwaterstand bij het fort en daarmee risico op verzakking. Bij mogelijk alternatief 4 slim meebewegen leidt de dijkteruglegging bij de Henriëttewaard tot een kans voor zowel meer waterberging in de rivier als in het regionaal watersysteem aan de polderzijde. Dit laatste komt doordat binnendijks hogere waterstanden kunnen worden toegelaten dan in de huidige situatie doordat het gebied wordt ingericht voor riviernatuur in plaats van landbouw. Bij mogelijk alternatief 4 slim meebewegen is er verder sprake van aantasting van het beschermd dorpsgezicht van Oud-Empel en aantasting van huidige woningen aan de dijk bij Lith.

Hiernaast zijn er nog een aantal punten die voor alle alternatieven gelden. Constructies, dijkverbredingen en dijkverleggingen kunnen leiden tot lokale effecten op grond- en oppervlaktewater. Dit speelt met name bij Lith, Oud-Empel en de Maasboulevard. Archeologie is langs de hele dijk een aandachtspunt. Bij alle alternatieven is het uitgangspunt dat woningen behouden blijven (bij mogelijke alternatieven 3 en 4 groeien woningen mee met de dijk). Aandachtspunt is risico op schade door trillen bij het inbrengen van constructies. Dit speelt met name bij de dijkdorpen.

Tabel 6.2 Vergelijking vergunbaarheid van de 4 alternatieven (+: scoort relatief beter dan de andere alternatieven, 0: weinig onderscheidend ten opzichte van andere varianten, -: scoort relatief minder goed dan de andere alternatieven)

	MA1 – zorgvuldig voortbouwen	MA2 – kringloop sluiten	MA3 – gebruikers bedienen	MA4 – slim meebewegen
riviersysteem	0	-	0 (+ Henriëttewaard ¹)	0
natuur	+	0	0	0
bodem	0	0 (- Henriëttewaard ²)	0	0
water	0	0 (- Henriëttewaard ³)	0 (- Henriëttewaard ³)	0 (+/- Henriëttewaard ³)
cultuurhistorie (waaronder archeologie)	0 (- Oud-Empel en Henriëttewaard ⁴)	0 (- Henriëttewaard ⁴)	0 (- Henriëttewaard ⁴)	0 (- Oud-Empel ⁴)
wonen	0	0	0	0 (- Lith ⁵)
bedrijvigheid en landbouw	+	0	0	0

¹ Bij de Henriëttewaard zorgt de dijkteruglegging voor een grote toename van het waterbergend vermogen van de rivier.

² Bij de Henriëttewaard raakt de nieuwe dijk het terrein van Defensie waar de bodem verdacht is op sterke verontreiniging.

³ Bij mogelijk alternatief 2 en 3 is er risico op schade aan het fort en nabijgelegen gebouwen door respectievelijk een verhoging en verlaging van de grondwaterstand en daarmee risico op wateroverlast en verzakking. Mogelijk alternatief 4 biedt een kans voor extra waterberging, maar daarbij is er wel kans op negatieve effecten door hogere grondwaterstanden in het gebied wat grenst aan de Henriëttewaard.

⁴ Bij mogelijk alternatief 1 is er mogelijk aantasting van het beschermd dorpsgezicht bij Oud-Empel door het verhogen van bestaande coupures en in de Henriëttewaard doordat constructies worden aangebracht binnen een archeologisch monument en bij rijksmonument For Crèvecoeur. Bij mogelijk alternatief 2 heeft de dijkomlegging aan de rivierwaartse zijde van het fort naar verwachting een groot negatief effect op fort Crèvecoeur doordat er risico op schade is (zie hierboven) en ook doordat de belevingswaarde van het fort wordt aangetast. Bij mogelijk alternatief 3 is de grote dijkverlegging lastig voor vergunbaarheid door risico op schade door effecten watersysteem (zie ook vorige punt) en mogelijke aantasting archeologie. Bij mogelijk alternatief 4 tast de dijkverlegging bij Oud-Empel naar verwachting het beschermd dorpsgezicht aan.

⁵ Bij Lith worden woningen geraakt bij het versterken in grond aan beiden van de dijk in combinatie met een strategie voor het in de tijd laten meegroeien van de woningen.

Betaalbaarheid

Om te kunnen beoordelen of de maatregelen in de alternatieven betaalbaar zijn is zowel inzicht in de kosten als in de dekking nodig.

Bepalend in de kosten voor de dijk zijn de hoeveelheid grond die nodig is en de constructies. Constructies zijn relatief duur ten opzichte van grond. Mogelijk alternatief 2 kringloop sluiten is het alternatief met de laagste kosten. Dit komt omdat hier de minste constructies worden aangebracht en de meeste grond wordt toegepast. Mogelijk alternatief 1 zorgvuldig voortbouwen, waarbij veel constructies worden toegepast (5x zoveel als bij mogelijk alternatief 2), heeft de hoogste kosten. Mogelijk alternatief 4 slim meebewegen is ook duur. De herstructurering van de woningen in dijkdorpen tegelijkertijd het verhogen van de dijken is ingrijpend en geeft hoge kosten. Mogelijk alternatief 3 gebruikers bedienen ligt qua kosten tussen mogelijk alternatief 1 en 2 in. Dijkverleggingen zoals in de Henriëttewaard zijn voorgesteld zijn in verhouding duur omdat een hele nieuwe dijk moet worden aangelegd en geen gebruik wordt van de aanwezige dijk.

Het waterschap en het HWBP zorgen gezamenlijk voor de dekking van de subsidiabele kosten (alle elementen die direct samenhangen met het ontwerp voor het oplossen van het waterveiligheidsprobleem en de wettelijke inpassing) (zie ook paragraaf 4.4.3). Voor de andere kosten zal de dekking bij de partners (provincie, gemeenten, waterschap) vandaan gaan komen, vanuit hun eigen/ gezamenlijke begroting. De dekking van de verschillende maatregelen wordt afgestemd via bestuurlijk overleg tussen de partners.

6.2 Inzichten: mogelijk alternatief 1 – Zorgvuldig voortbouwen

Hier volgen de belangrijkste inzichten vanuit mogelijk alternatief 1. Daarbij wordt eerst ingegaan op doelbereik, maakbaarheid en vergunbaarheid in het algemeen. Daarna wordt ingezoomd op inzichten over de dijkdorpen, Henriëttewaard en Stad-uitewaardverbinding. Betaalbaarheid is onder paragraaf 6.1 al uitgelicht.

6.2.1 Doelbereik

De dijkverbetering uit dit alternatief leidt tot een (beperkte) meerwaarde voor de meeste projectdoelen vanwege de focus op voortbouwen in plaats van op het toevoegen van grootschalige verbeteringen. De dijkverbetering zorgt ervoor dat de dijk voldoet aan de wettelijk gestelde eisen voor hoogwaterveiligheid (dit is een randvoorwaarde en is gelijk voor alle alternatieven). De uitbreidbaarheid van de dijkverbetering is beperkt doordat er veel constructies worden toegepast. De verkeerssituatie verbetert ten opzichte van de huidige situatie door het lokaal toepassen van snelheidsremmende maatregelen. Er is een kleine meerwaarde voor recreatief verkeer en recreatie en toerisme door het toevoegen van rustpunten en gebiedsentrees voor ommetjes richting de uiterwaarden. Het versterken van het cultuurhistorisch landschap

(Maasheggen, kruidenrijke weides) en aanbrengen van meer sloten en natuurvriendelijke oevers in de Henriëttewaard leidt tot kleine meerwaarde voor natuur en biodiversiteit. Het gemaal in de Henriëttewaard zorgt voor een betere afwatering van het regionaal watersysteem en de rivierwaartse dijkverlegging in de Henriëttewaard biedt de mogelijkheid tot extra regionale waterberging van water uit de Dommel en Aa. Door de vele constructies kan de dijkverbetering goed worden ingepast in het huidige landschap. Er is een kleine meerwaarde op ruimtelijke kwaliteit doordat bijzondere elementen en ensembles meer nadruk krijgen en de beleefbaarheid toeneemt door de ontwikkeling van rustpunten en gebiedsentrees. Doordat veel constructies worden toegepast en er geen maatregelen worden getroffen ten behoeve van circulariteit en uitstootcompensatie is er geen meerwaarde voor het realiseren van een CO₂-neutraal en maximaal circulair project.

Afbeelding 6.2 Doelbereik mogelijk alternatief 1: Zorgvuldig voortbouwen



6.2.2 Maakbaarheid

Doordat in dit alternatief veel constructies (damwanden/schermen) worden toegepast en weinig grondoplossingen is de uitvoerbaarheid relatief complex en zijn er relatief veel locaties met uitvoeringsrisico's (bijvoorbeeld schade aan gebouwen). Ook is het alternatief hierdoor minder makkelijk uitbreidbaar in de toekomst. Het beheer zal bij dit alternatief het minste verschillen van het huidige beheer. De constructieve oplossingen in de grond hoeven niet beheerd of onderhouden te worden. Bij de dijkdorpen zal door het toepassen van bijzondere constructies (coupures/schotten/mobiele constructie) meer inspectie nodig zijn. Door het compacte ruimtebeslag is voor het ontwerp minder grondeigendom nodig dan voor de andere alternatieven.

6.2.3 Vergunbaarheid

Door het toepassen van met name constructies in plaats van grondoplossingen heeft dit alternatief een beperkt ruimtebeslag en scoort daarmee het meest gunstig op vergunbaarheid. Mogelijk leiden de buitendijks versterkingen bij deelgebied 2 (rondom Lith) en 14 (bij Bokhoven) tot rivierkundige effecten. Ook leidt de dijkverlegging bij de Henriëttewaard naar de noordzijde van de Oude Dieze tot een (kleine) afname van het bergend vermogen voor de rivier. Verder zijn de rivierkundige effecten beperkt. De effecten op natuur zijn relatief beperkt door het kleine ruimtebeslag en ook het effect van stikstofuitstoot op omliggende Natura-2000 gebieden is relatief beperkt doordat voor het aanbrengen van constructies minder transportbewegingen in het projectgebied hoeven plaats te vinden. De dijkverlegging bij de Henriëttewaard raakt waardevol NNN-gebied. Voor bodem zijn er geen specifieke aandachtspunten t.o.v. de andere

alternatieven. Bij alle alternatieven dient voor bodem rekening gehouden te worden met de stortplaatsen bij deelgebied 2 (Lith) en 6 (Het Wild) en het mogelijk aanwezig zijn van PFAS. De constructies kunnen leiden tot zowel verlaging als verhoging van grondwaterstanden en daarmee tot verzakking of grondwateroverlast, maar over het algemeen is het risico daarop klein. Bij deelgebied 12 (Maasboulevard) is er grotere kans op grondwateroverlast doordat hier naar verwachting al een relatief hoge waterstand is. Langs het hele traject dient rekening gehouden te worden met archeologische waarden. Er is een knelpunt met vergunbaarheid bij de Henriëttewaard, waar de dijkverlegging bij de Henriëttewaard leidt tot aantasting van een archeologisch Rijksmonument. Voor woningen geldt, net als bij de andere alternatieven, dat het uitgangspunt is dat deze behouden blijven (bij mogelijke alternatieven 3 en 4 groeien woningen mee met de dijk). Er is risico op schade door trillen bij het inbrengen van constructies. Dit speelt met name bij de dijkdorpen. Effecten op landbouw zijn over het algemeen beperkt door het beperkte ruimtebeslag.

6.2.4 Dijkdorpen, Henriëttewaard en Stad-Uiterwaardverbinding

Dijkdorpen: Lith en Oud-Empel

Lith

In de dorpskern van Lith wordt de dijk verhoogd en verstevigd met verticale constructies, vanwege woningen aan beiden zijde van de dijk. Boven de grond komt tussen de woningen een beweegbare kering of een kering met (demontabele) schotten om de hoogteopgave op te lossen. Hierbij zijn er naar verwachting weinig knelpunten op vergunbaarheid aangezien effecten op rivier, ecologie, bodem, water, cultuurhistorie en wonen klein zijn. Wel is veel maatwerk nodig. Het aanbrengen van dergelijke constructies in een smalle bestaande straat is lastiger uitvoerbaar dan dat een grondoplossing aan de buitenzijde zoals bij mogelijk alternatief 2.

Oud-Empel

In westelijk Oud-Empel versterken we de dijk aan de buitenzijde (rivierzijde). Dit levert geen bijzonderheden op voor de maakbaarheid, de buitendijkse versterking is goed uitvoerbaar. Omdat deze oplossing in lijn is met een traditionele dijkverbetering in grond, zijn er ook geen bijzonderheden qua betaalbaarheid. De dijk heeft een ruimtebeslag richting de rivier en zal daardoor rivierkundig beoordeeld moeten worden om de vergunbaarheid te bepalen. Omdat dit ruimtebeslag beperkt is en in de luwte van het landhoofd van de A2 ligt, lijkt dit rivierkundig niet op voorhand onhaalbaar. Bij eventuele verdere uitwerking dient gekeken te worden hoe deze maatregel goed kan worden ingepast met het beschermde dorpsgezicht.

In oostelijk Oud-Empel verhogen we in dit alternatief de bestaande coupures (schotten) en leggen we nieuwe coupures aan. Waar nodig zullen extra verticale constructies worden aangebracht ter ondersteuning van de coupures. Dit betreft maatwerk en is lastiger uitvoerbaar. Als uit nadere inspectie blijkt dat de huidige constructies onvoldoende uitbreidbaar zijn om de toekomstige waterstanden te keren, dan zouden bestaande constructies moeten worden gesloopt en herbouwd. Een belangrijk aandachtspunt voor de vergunbaarheid is een mogelijke aantasting van het beschermde dorpsgezicht bij het verhogen van de bestaande coupures. Verder worden weinig knelpunten voor vergunbaarheid verwacht, omdat de invloed op de rivier, ecologie, bodem & water, cultuurhistorie en wonen klein is.

Henriëttewaard

Mogelijk alternatief 1 biedt beperkt meerwaarde in de Henriëttewaard. Knelpunten voor vergunbaarheid en maakbaarheid zijn met name gerelateerd aan de dijkverlegging die nodig is voor de inpassing van het gemeal.

De dijkverbetering zorgt ervoor dat de dijk voldoet aan de wettelijk gestelde eisen voor hoogwaterveiligheid (dit is een randvoorwaarde en is gelijk voor alle alternatieven). De dijkverlegging leidt echter tot enkele knelpunten. De dijkverlegging raakt bij Fort Crèvecoeur een archeologisch monument en tast de belevingswaarde van het fort en de aanwezige bijzondere natuurwaarden aan. Ook neemt de buitenwaartse dijkverlegging enige ruimte in van de rivier en is maatwerk nodig voor inpassing rondom bestaande woningen. Verder raakt de nieuwe dijk het terrein van Defensie waar de bodem verdacht is op sterke

verontreiniging. De invloed van de dijk op het oefenterrein van Defensie zelf is naar verwachting beperkt op basis van eerste verkennende gesprekken.

Het gemaal zorgt voor een betere afwatering vanuit het regionaal watersysteem. De potentie voor berging van water in de Henriëttewaard blijft gelijk en is niet significant. Het alternatief biedt beperkte meerwaarde op het gebied van recreatie en toerisme en ruimtelijke kwaliteit. Met name de beleving van linie 1629 verbeterd door het accentueren met brede watergangen en toevoegen van ommetjes en struinpaden. Er is geen meerwaarde voor verkeer, natuur en biodiversiteit en CO₂-neutraal en circulair doordat de inrichting en het landgebruik dicht bij bestaande situatie blijft: er wordt grond wordt gewonnen en er worden geen ingrepen aan de weg worden gedaan.

Stad-uiterwaardverbinding

Mogelijk alternatief 1 levert een beperkte bijdrage aan het verbinden van stad en uiterwaard. Er zijn weinig aandachtspunten voor vergunbaarheid en maakbaarheid vanwege het beperkte ruimtebeslag. Er is enige meerwaarde voor ruimtelijke kwaliteit, recreatie en toerisme, door het toevoegen van ommetjes, struinpaden en kleine landschapselementen die passen bij het uiterwaardenlandschap van de Maas. Door het sparen van wielen blijven deze beleefbaar. Verder blijft de inrichting en het landgebruik dicht bij de bestaande situatie.

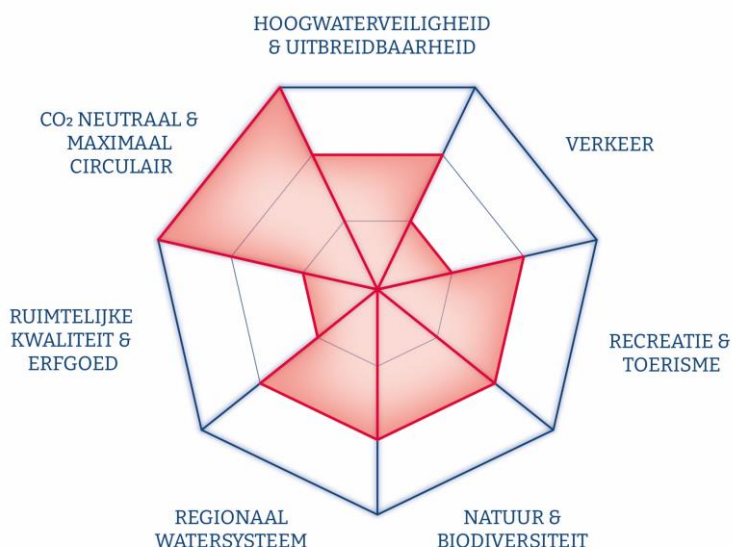
6.3 Inzichten: mogelijk alternatief 2 – Kringloop sluiten

Hier volgen de belangrijkste inzichten vanuit mogelijk alternatief 2. Daarbij wordt eerst ingegaan op doelbereik, maakbaarheid en vergunbaarheid in het algemeen. Daarna wordt ingezoomd op inzichten over de dijkdorpen, Henriëttewaard en Stad-uiterwaardverbinding. Betaalbaarheid is onder paragraaf 6.1 al uitgelicht.

6.3.1 Doelbereik

De dijkverbetering zorgt ervoor dat de dijk voldoet aan de wettelijk gestelde eisen voor hoogwaterveiligheid (dit is een randvoorwaarde en is gelijk voor alle alternatieven). De uitbreidbaarheid is goed doordat met name grond in plaats van constructies worden toegepast. De verkeerveiligheid verbetert ten opzichte van de huidige situatie door het lokaal toepassen van snelheidsremmende maatregelen en er is kleine waarde voor recreatief verkeer door het toevoegen van rustpunten en gebiedsentrees. Het verbeteren van bestaande, en ontwikkelen van nieuwe natuurgebieden met (moeras)bos, rietlanden en een kruidenrijke dijk biedt meerwaarde voor natuur. Bovendien vergroten deze ook de belevingswaarde voor recreanten. Het gemaal in de Henriëttewaard zorgt voor een betere afwatering van het regionaal watersysteem. De rivierwaartse dijkverlegging in de Henriëttewaard biedt de mogelijkheid tot extra regionale waterberging. Er is een kleine meerwaarde op ruimtelijke kwaliteit doordat bijzondere elementen en ensembles meer nadruk krijgen en de beleefbaarheid toeneemt door de ontwikkeling van rustpunten en gebiedsentrees. Er is maximaal meerwaarde op CO₂-neutraal en maximaal circulair door: (1) lokale winning van grond in de Henriëttewaard die wordt ingezet voor de dijkverbetering, (2) het minimaliseren van inzet van constructies en daarmee gebruik van materialen als staal, beton et cetera en (3) het verhogen van CO₂-opname door de ontwikkeling van moerasbos en rietland.

Doelbereik - MA 2



6.3.2 Maakbaarheid

Doordat in dit alternatief de versterking met name plaatsvindt in grond en weinig constructies worden toegepast is dit alternatief in het algemeen minder complex in de uitvoering en goed uitbreidbaar in de toekomst. Een aandachtspunt bij de uitvoerbaarheid is dat de grondoplossingen veel bebouwing raken aan beide zijden van de dijk. Op die locaties is maatwerk nodig (locatiespecifieke oplossing) wat hoogstwaarschijnlijk zal neerkomen op (deels) constructieve oplossingen. Hierdoor kan de complexiteit in de uitvoering toenemen. Het toepassen van veel grondoplossingen zorgt voor een relatief groot ruimtebeslag en meer benodigd grondeigendom. Het beheer en onderhoud zal iets inspanning vergen vanwege de uitbreiding van het oppervlak van de dijk (meer bermen).

6.3.3 Vergunbaarheid

Door de vele grondoplossingen is het ruimtebeslag bij dit alternatief groot en scoort deze het minst goed op vergunbaarheid. Met name de buitenwaartse dijkverlegging om fort Crèvecoeur heen bij de Henriëttewaard is naar verwachting lastig vergunbaar.

De rivierkundige effecten zijn over het algemeen beperkt. Uitzondering is de buitenwaartse dijkverlegging bij de Henriëttewaard om fort Crèvecoeur heen die leidt tot een afname van het bergend vermogen op de rivier. Verder zijn er mogelijk rivierkundige effecten door buitenwaartse dijkverbeteringen bij deelgebied 2 (rondom Lith) en 14 (bij Bokhoven) die voor alle alternatieven gelden en ook mogelijk rivierkundige effecten bij de buitenwaartse oplossingen bij deelgebied 4 (Maren-Kessel) en 6 (Het Wild).

Dit alternatief scoort relatief slecht op het onderdeel natuur, vanwege het grote ruimtebeslag en grondverzet (stikstofuitstoot). De dijkverlegging bij fort Crèvecoeur leidt tot aantasting van waardevol NNN-gebied.

Net als bij de andere mogelijke alternatieven dient voor bodem rekening gehouden te worden met de stortplaatsen bij deelgebied 2 (Lith) en 6 (Het Wild) en het mogelijk voorkomen van PFAS. Bij mogelijk alternatief 2 is een aanvullend aandachtspunt dat de dijkverlegging om fort Crèvecoeur heen bij de Henriëttewaard het terrein van defensie raakt met naar verwachting sterke verontreiniging. Grond- en oppervlaktewatereffecten zijn over het algemeen naar verwachting klein. Uitzondering is wederom de dijkverlegging bij het fort. Deze leidt naar verwachting tot een verhoging van de

grondwaterstand en daarmee risico op schade. Verder is er bij deelgebied 12 (Maasboulevard) kans op grondwateroverlast doordat hier naar verwachting al een relatief hoge waterstand is. Ook de grondoplossingen bij Lith en Oud-Empel leiden tot mogelijke verhoging van de grondwaterstand en daarmee risico op grondwateroverlast bij de woningen.

Qua cultuurhistorie is er mogelijke aantasting van het beschermde dorpsgezicht bij Oud-Empel door de grondoplossing. Ook raakt de dijkverlegging bij de Henriëttewaard een archeologisch Rijksmonument. Verder dient ook langs de andere delen van het traject rekening gehouden te worden met archeologische waarden.

Voor woningen geldt, net als bij de andere alternatieven, dat het uitgangspunt is dat deze behouden blijven (bij mogelijke alternatieven 3 en 4 groeien woningen mee met de dijk). Er is risico op schade door trillen bij het inbrengen van constructies. Dit speelt met name ook bij de dijkdorpen. De asverleggingen uit dit alternatief zouden juist een positief effect kunnen hebben op wonen doordat de dijk kruin verder van woningen af komt te liggen waardoor het zicht iets vergroot wat het woongenot kan vergroten. Het grote ruimtebeslag van dit alternatief heeft raakvlak met erven, maar dit zou met maatwerk (locatiespecifieke oplossing) kunnen worden opgelost. Verder raakt de dijkverlegging bij de Henriëttewaard het terrein en de panden van defensie.

De grote pipingbermen zijn een aandachtspunt vanuit landbouw. Ondanks de leeflaag is hier sprake van een afname van de bruikbaarheid van de grond door restricties in gebruik en een mindere kwaliteit.

6.3.4 Dijkdorpen, Henriëttewaard en Stad-Uiterwaardverbinding

Dijkdorpen: Lith en Oud-Empel

Lith

Bij Lith wordt buitendijks een nieuwe dijk aangelegd, waarbij lokaal maatwerk nodig is voor een goede aansluiting op huizen en tuinen. Op basis van de rivierkundige quickscan lijken de effecten beperkt (mogelijk acceptabel) te zijn. Dit zal in een volgende fase nader beoordeeld moeten worden in het licht van de hele dijkverbetering. Op andere vergunbaarheidsaspecten en maakbaarheid zijn nu geen onoverkomelijke knelpunten geconstateerd. Op basis van de redeneerlijn (paragraaf 4.4.2) zullen demontabele of flexibele constructies alleen worden toegepast bij zwaarwegend maatschappelijk belang.

De grondoplossing bij Lith is goed maakbaar en is beter uitbreidbaar dan een constructieve oplossing met maatwerk zoals bij mogelijk alternatief 1. Bovendien is de grondoplossing beter onderhoudbaar/beheerbaar en vergt minder inspecties dan een constructieve oplossing. De grondoplossing kan leiden tot verhoging van de grondwaterstand en daarmee risico op grondwateroverlast. Vanuit cultuurhistorie is een aandachtspunt dat aantasting (rijks)monumenten/beeldbepalende gebouwen wordt voorkomen.

Oud-Empel

Ook bij Oud-Empel is zowel in het oostelijke als westelijke deel een nieuwe grond dijk buitendijks voorzien. De bestaande coupures vervallen.

De dijk heeft een ruimtebeslag richting de rivier, omdat dit ruimtebeslag beperkt is en in de luwte van het landhoofd van de A2 ligt, lijken de effecten beperkt (mogelijk acceptabel) te zijn. Dit zal in de volgende fase nader beoordeeld moeten worden. De oplossingsrichting tast de waarden van het beschermd dorpsgezicht naar verwachting niet aan, maar vraagt om zorgvuldige inpassing van de dijk. Ook op overige aspecten (onder andere natuur, bodem, cultuurhistorie) zijn nu geen onoverkomelijke knelpunten geconstateerd.

Voor de grondoplossing geldt qua maakbaarheid dezelfde argumentatie als voor de nieuwe primaire kering bij Lith: deze is goed maakbaar, uitbreidbaar, onderhoudbaar en beheerbaar. De grondoplossing kan leiden tot verhoging van de grondwaterstand en daarmee risico op grondwateroverlast.

Henriëttewaard

Mogelijk alternatief 2 biedt met name in het zuidelijke deel van de Henriëttewaard meerwaarde voor CO₂ en circulair, natuur, het regionaal watersysteem, ruimtelijke kwaliteit en erfgoed. De dijkverlegging rond het fort voor het inpassen van het gemaal is naar verwachting lastig vergunbaar door de grote rivierkundige effecten (afname waterberging) die gecompenseerd dient te worden en verwachte negatieve effecten op natuur en erfgoed. En daarom niet kansrijk. Ook is de uitvoerbaarheid en uitbreidbaar lastig vanwege de doorkruising van een bos, haven en raakvlak met autonome ontwikkeling van het fort.

De dijkverbetering zorgt ervoor dat de dijk voldoet aan de wettelijke eisen voor hoogwaterveiligheid (dit is een randvoorwaarde en is gelijk voor alle alternatieven). De beheerinspanning neemt toe en beheer wordt lastiger doordat de dijk op het oefenterrein van Defensie komt te liggen en daardoor minder makkelijk toegankelijk is. Voor de vergunbaarheid zijn effecten op archeologie een risico. Ook is maatwerk nodig bij de bestaande woningen. Het alternatief biedt meerwaarde voor het regionaal watersysteem. Het gemaal draagt bij aan waterveiligheid in regionaal watersysteem. De potentie voor waterberging in de Henriëttewaard neemt toe, maar is niet significant. Er is grote meerwaarde voor circulair, door maximaal winnen gebiedseigen grond voor de dijk. Ook is er meerwaarde voor CO₂ neutraal door het ontwikkelen van bos en moeras. Aandachtspunt is dat de dijkverlegging in de Henriëttewaard veel grond vraagt waardoor minder grond beschikbaar is voor het overige dijktracé. In het zuidelijk deel van de Henriëttewaard is er meerwaarde voor ruimtelijke kwaliteit en erfgoed en recreatie, door het accentueren van de Linie 1629 en ontwikkeling van natuur en landschap. De historische relatie van het fort met de rivier verandert, doordat fort binnendijks komt te liggen en de zicht op de rivier vanaf het fort verstoord wordt.

Stad-uiterwaardverbinding

Mogelijk alternatief 2 verbindt stad en uiterwaard, bevordert natuur- en landschapsontwikkeling, en biedt kansen voor binnendijkse recreatie. De dijk met bos en riet draagt bij aan CO₂-neutraliteit en versterkt de natuurwaarden. Daarnaast verbetert het recreatieve netwerk met nieuwe landschappelijke belevingen, ommetjes en struinpaden. Belangrijk aandachtspunt blijft het behoud van bestaande natuur- en landschapswaarden aan de binnendijkse zijde door het grote ruimtebeslag van de dijk.

6.4 Inzichten: mogelijk alternatief 3 – Gebruikers bedienen

Hier volgen de belangrijkste inzichten vanuit mogelijk alternatief 3. Daarbij wordt eerst ingegaan op doelbereik, maakbaarheid en vergunbaarheid in het algemeen. Hierna wordt ingezoomd op inzichten over de dijkdorpen, Henriëttewaard en Stad-uiterwaardverbinding. Betaalbaarheid is onder paragraaf 6.1 al uitgelicht.

6.4.1 Doelbereik

De dijkverbetering zorgt ervoor dat de dijk voldoet aan de wettelijk gestelde eisen voor hoogwaterveiligheid (dit is een randvoorwaarde en is gelijk voor alle alternatieven). De uitbreidbaarheid is beter dan bij mogelijk alternatief 1, maar minder dan bij alternatief 2 en 4. Dit komt doordat er grondoplossingen worden toegepast, maar het aandeel constructies hoger is dan bij alternatief 2 en 4. Recreatief verkeer wordt volop gefaciliteerd door de weg op de dijk alleen in te zetten voor recreatief en bestemmingsverkeer. Daarnaast verbetert de verkeersveiligheid ten opzichte van de huidige situatie door het lokaal toepassen van snelheidsremmende maatregelen. Recreatiemogelijkheden en toerisme wordt volop gestimuleerd door het toevoegen en ontwikkelen van recreatieve hotspots langs de dijk, het versterken van beleving van historie, het ontwikkelen en toevoegen van routes/ommetjes en toevoegen van uitzichtpunten. Er is maximale meerwaarde voor natuur en biodiversiteit door de ontwikkeling van een buitendijks lint van riviernatuur, een binnendijks- en buitendijks doorlopende begrazingseenheid en een kruidenrijke dijk. Dit zorgt voor zowel ecologische langs- als dwarsverbindingen over een groter gebied. Aandachtspunt is het zoneren van de recreatie om verstoring van de natuur te beperken. Er is geen meerwaarde voor het regionaal watersysteem: de dijkverlegging in de Henriëttewaard zorgt voor een afname van regionale waterberging. Daarentegen verbetert de ruimtelijke kwaliteit aanzienlijk. De dijk vormt een hoofdroute van recreatieve netwerken en de

belevingswaarde wordt sterk verbeterd via de verbeteringen voor recreatief verkeer en natuur in combinatie met het zichtbaar maken van erfgoed. Er is een kleine bijdrage aan een CO₂-neutraal en circulair project door lokale winning van grond in de Henriëttewaard die wordt ingezet voor de dijkverbetering en door het verhogen van CO₂-opname door de ontwikkeling van moerasbos en rietland. De schaal waarop dit gebeurt is echter beperkt en er worden relatief veel constructies toegepast met inzet van materialen als staal, beton et cetera.

Afbeelding 6.4 Doelbereik mogelijk alternatief 3: gebruikers bedienen



6.4.2 Maakbaarheid

Mogelijk alternatief 3 bestaat uit een mix van grondoplossingen en constructies, maar doordat grondoplossingen worden toegepast is dit alternatief uiteindelijk qua uitvoerbaarheid minder complex dan mogelijk alternatief 1 en meer vergelijkbaar met alternatief 2. Ook hier geldt het aandachtspunt dat er veel raakvlak is tussen de grondoplossingen en vele bebouwing aan beide zijden van de dijk, met name aan de oostzijde van het projectgebied. Op die locaties is maatwerk nodig (locatiespecifieke oplossing) wat hoogstwaarschijnlijk zal neerkomen op (deels) constructieve oplossingen. Hierdoor kan de complexiteit in uitvoering toenemen. Door het toepassen van constructies op verschillende locaties is de uitbreidbaarheid wat minder (maar beter dan bij mogelijk alternatief 1), maar is ook minder grondeigendom nodig. Voor het beheer en onderhoud zijn er bij dit alternatief geen grote knelpunten voorzien.

6.4.3 Vergunbaarheid

Door de mix van grondoplossingen en constructie scoort dit alternatief gemiddeld op vergunbaarheid ten opzichte van de andere alternatieven. Voor rivierkunde gelden de algemene aandachtspunten van de buitenwaartse versterkingen bij deelgebied 2 (rondom Lith) en 14 (bij Bokhoven). Deze aandachtspunten zijn van toepassing op alle alternatieven. De grote binnenwaartse dijkverlegging bij de Henriëttewaard biedt een kans, doordat deze zorgt voor meer bergingsruimte voor het water. Verder zijn in het algemeen de rivierkundige effecten beperkt. Net als bij mogelijk alternatief 2 zijn er meer negatieve effecten op natuur, door het grotere ruimtebeslag van de grondoplossingen en meer grondverzet dan bij mogelijk alternatief 1. Net als bij de andere alternatieven dient voor bodem rekening gehouden te worden met de stortplaatsen bij deelgebied 2 (Lith) en 6 (Het Wild) en het mogelijk voorkomen van PFAS. Effecten op grond- en oppervlaktewater zijn over het algemeen klein. De constructies kunnen leiden tot zowel verlaging als verhoging van grondwaterstanden en daarmee tot verzakking of grondwateroverlast. Daar waar de dijk verbreed wordt, kan de grondwaterstand verhogen, met mogelijk grondwateroverlast tot gevolg. Onder andere bij Lith leidt dit tot een risico op grondwateroverlast bij de woningen. Door het ontpolderen van de Henriëttewaard daalt de oppervlaktewaterstand met kans op verdroging en zetting (verzakkingsrisico's) bij

onder andere het fort. Langs het hele traject dient rekening gehouden te worden met archeologische waarden. Qua cultuurhistorie en archeologie zijn er in dit alternatief de minste knelpunten en zijn er geen specifieke aandachtspunten zoals bij de andere alternatieven. Voor woningen geldt, net als bij de andere alternatieven, dat het uitgangspunt is dat deze behouden blijven (bij mogelijke alternatieven 3 en 4 groeien woningen mee met de dijk). Aandachtspunt is het risico op schade door trillen bij het inbrengen van constructies. Dit speelt met name bij de dijkdorpen. Aandachtspunt voor bedrijvigheid is het raakvlak van de grondoplossingen met een bedrijfsterrein bij deelgebied 3 (bedrijventerrein Het Wargaren) en verschillende erven bij deelgebied 5 (ter hoogte van Alem).

6.4.4 Dijkdorpen, Henriëttewaard en Stad-Uiterwaardverbinding

Dijkdorpen: Lith en Oud-Empel

Lith

Er komt een nieuwe dijk aan buitendijkse zijde. De woningen die nu buitendijks liggen komen in dit alternatief binnendijks te liggen en groeien (op termijn) mee met de dijk. Op basis van de rivierkundige quickscan lijken de effecten beperkt (mogelijk acceptabel) te zijn. Dit zal in een volgende fase nader beoordeeld moeten worden in het licht van de hele dijkverbetering. Qua maakbaarheid is het meegroeien van de huizen lastig. Op andere maakbaarheid en vergunbaarheidsaspecten zijn nu geen onoverkomelijke knelpunten geconstateerd. De grondoplossing kan leiden tot verhoging van de grondwaterstand en daarmee risico op grondwateroverlast. Vanuit cultuurhistorie is een aandachtspunt dat aantasting (rijks)monumenten/beeldebepalende gebouwen wordt voorkomen.

Oud-Empel

In Oud-Empel volgt de nieuwe kering de huidige kering. In het oostelijke deel worden bestaande coupures verhoogd of worden nieuwe coupures aangelegd. In het meest westelijk deel wordt er op de bestaande grond dijk een demontabele of opdrijfbaar kering geplaatst, voor inpassing met het beschermde stads- en dorpsgezicht.

Voor de vergunbaarheid van deze oplossingen zijn nu geen knelpunten voorzien. Er is geen extra ruimtebeslag en daarmee geen extra (negatief) effect op het riviersysteem, de natuur, bodem & water, cultuurhistorie en woningen. Op basis van de redeneerlijn (paragraaf 4.4.2) zullen demontabele of flexibele constructies alleen worden toegepast bij zwaarwegend maatschappelijk belang.

Henriëttewaard

Mogelijk alternatief 3 biedt veel meerwaarde voor de natuur, ruimtelijke kwaliteit en erfgoed, recreatie en toerisme, en draagt bij aan een circulair en CO₂-neutraal project. De grootschalige aanpassingen in de Henriëttewaard leiden tot knelpunten in maakbaarheid en vergunbaarheid voor archeologie, bestaande natuurwaarden, grondwater en de bestaande woningen in het gebied. Een kans voor vergunbaarheid is de toename van het bergend vermogen van het winterbed door de dijkteruglegging.

De grote dijkverlegging binnenwaarts leidt tot een grotere beheerinspanning ten opzichte van de huidige situatie en vormt een knelpunt voor vergunbaarheid vanwege verwachte negatieve effecten op archeologie en cultuurhistorie (mogelijke schade aan het fort door effecten vanuit het watersysteem). Ook is er maatwerk nodig voor enkele woningen die buitendijks komen te liggen. Positief voor vergunbaarheid is de toename van het bergend vermogen voor het riviersysteem. Er is meerwaarde voor de doelstelling streven naar een CO₂-neutraal en zoveel mogelijk circulair project door de winning van gebiedseigen grond die kan worden ingezet voor de dijk en ontwikkelen van bos en moeras. De grote dijkverlegging zorgt er echter ook voor dat een groot deel van de grond meteen nodig is in de Henriëttewaard zelf en niet kan worden ingezet voor de rest van het dijktracé. Er is grote meerwaarde voor ruimtelijke kwaliteit en erfgoed door het accentueren van Linie 1629 aan de binnen- en buitenzijde en door versterken herkenbaarheid fort Crèvecoeur met herstelde fortgracht. Ook wordt veel riviernatuur ontwikkeld. Deze combinatie van het ontwikkelen van ruimtelijke kwaliteit en erfgoed en natuur zorgt ook voor grote meerwaarde voor recreatie en toerisme.

Stad-uitewaardverbinding

Mogelijk alternatief 3 heeft grote meerwaarde voor het verbinden van stad en uiterwaard, door de ontwikkeling van natuur, landschap, recreatie en toerisme op en rondom de dijk en de verbinding met het achterland. Vanuit maakbaarheid en vergunbaarheid liggen er met name aandachtspunten rond het grotere ruimtebeslag van de ontwikkeling en het effect op de bestaande waarden in de zone rondom de dijk.

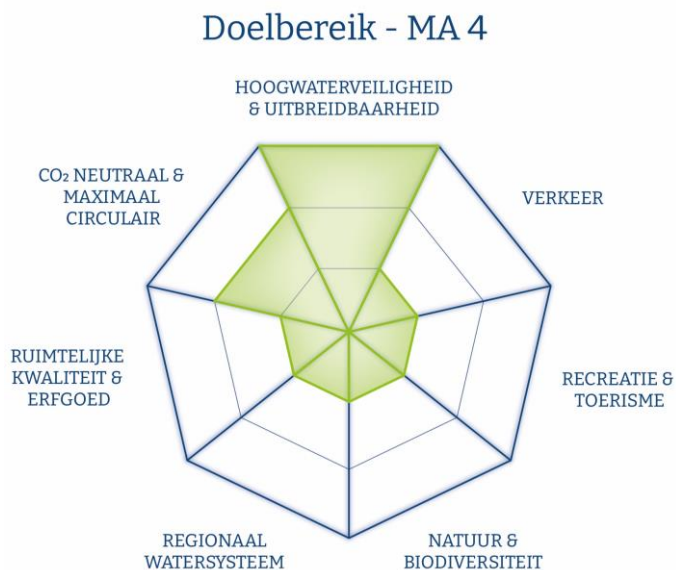
Er is grote meerwaarde voor verkeer, recreatie en toerisme door het ontwikkelen van recreatieve hotspots bij Oud-Empel en Blauwe Sluis en de grotere toegankelijkheid van gebied rondom de dijk in samenhang met het doorlopende fietspad op de dijk. Er is grote meerwaarde voor natuur door het vergroten en verbinden van het natuurnetwerk in de uiterwaarden, meer ruimte voor natuur binnendijks, en het verbinden van binnen- en buitendijks voor flora en fauna met een doorlopende begrazingseenheid en vispasseerbaarheid. De ontwikkeling van bos draagt bij aan CO₂-neutraliteit.

6.5 Inzichten: mogelijk alternatief 4 – Slim meebewegen

Hier volgen de belangrijkste inzichten vanuit mogelijk alternatief 4. Daarbij wordt eerst ingegaan op doelbereik, maakbaarheid en vergunbaarheid in het algemeen. Daarna wordt ingezoomd op inzichten over de dijkdorpen, Henriëttewaard en Stad-uitewaardverbinding. Betaalbaarheid is onder paragraaf 6.1 al uitgelicht.

6.5.1 Doelbereik

De dijkverbetering zorgt ervoor dat de dijk voldoet aan de wettelijk gestelde eisen voor hoogwaterveiligheid (dit is een randvoorwaarde en is gelijk voor alle alternatieven). De uitbreidbaarheid van de dijk bij toekomstige versterkingen is optimaal doordat beperkt constructies worden toegepast en in het ontwerp steeds gekozen is voor oplossingen die ruimte laten om in de toekomst de dijk verder te versterken. De verkeerssituatie verbetert ten opzichte van de huidige situatie door het lokaal toepassen van snelheidsremmende maatregelen. Er is een kleine meerwaarde voor recreatief verkeer en recreatie en toerisme door het toevoegen van rustpunten en gebiedsentrees voor ommetjes richting de uiterwaarden en het lokaal toevoegen van een fiets-/wandelpad op de buitenberm. De meerwaarde voor natuur is beperkt en zit met name in lokale ontwikkeling van rietland en moerasbos in de Henriëttewaard en groene zones rondom de dorpskernen. De dijkverlegging in de Henriëttewaard leidt tot een toename in de regionale waterberging. Er is weliswaar een ontpoldering en dus kleiner oppervlak achter de dijk, maar de hogere waterstand in het gebied achter de dijk zorgt ervoor dat het totale volume waterberging toeneemt. Er is een kleine meerwaarde op ruimtelijke kwaliteit door de beleving langs de dijk met accenten te vergroten en met name de beleefbaarheid van erfgoed lokaal in de Henriëttewaard te vergroten. Er is meerwaarde op CO₂-neutraliteit en circulariteit door lokale winning van grond in de Henriëttewaard die wordt ingezet voor de dijkverbetering en door het minimaliseren van constructies (met materialen als staal, beton et cetera).



6.5.2 Maakbaarheid

De grondoplossingen in dit alternatief hebben een groot raakvlak met bebouwing wat de uitvoering relatief complex maakt: er is relatief veel maatwerk nodig (locatiespecifieke oplossing) wat hoogstwaarschijnlijk zal neerkomen op (deels) constructieve oplossingen. Met name de 'meegroeidijk' bij Lith is relatief complex in de uitvoering. De toekomstige uitbreidbaarheid van dit alternatief is juist erg goed door de grondoplossingen en doordat rekening gehouden is met toekomstige versterkingen. Het relatief grote ruimtebeslag vraagt meer grondeigendom. Voor het beheer en onderhoud zijn er bij dit alternatief geen grote knelpunten voorzien.

6.5.3 Vergunbaarheid

Door de vele grondoplossingen is het ruimtebeslag bij dit alternatief groot en scoort deze minder goed dan alternatief 1 en 3 en slechts iets beter dan alternatief 2. Aanvullend op de algemene aandachtspunten voor rivierkunde van de buitenwaartse versterkingen bij deelgebied 2 (rondom Lith) en 14 (bij Bokhoven), die voor alle alternatieven gelden, zijn er bij dit alternatief ook aandachtspunten bij de buitenwaartse oplossingen bij deelgebied 6 (Het Wild). De binnenwaartse dijkverlegging bij de Henriëttewaard zorgt voor meer bergingsruimte voor het water. Verder zijn in het algemeen de rivierkundige effecten beperkt. Voor natuur scoort de vergunbaarheid relatief slecht door het grote ruimtebeslag en grondverzet (stikstofuitstoot).

Net als bij de andere alternatieven dient voor bodem rekening gehouden te worden met de stortplaatsen bij deelgebied 2 (Lith) en 6 (Het Wild) en het mogelijk voorkomen van PFAS. Effecten op grond- en oppervlaktewater zijn over het algemeen klein. De constructies kunnen leiden tot zowel verlaging als verhoging van grondwaterstanden en daarmee tot verzakking of grondwateroverlast. Daar waar de dijk verbreed wordt kan de grondwaterstand verhogen met mogelijk grondwateroverlast tot gevolg. Bij Oud-Empel raakt de dijkverlegging watergangen die in verbinding staan op watergangen die van belang zijn voor afwatering van het gebied. Hiervoor zijn aanpassingen van bestaande watergangen benodigd. Naar verwachting is dit in te passen zonder overige effecten op het watersysteem. De aanpassing in de Henriëttewaard biedt een kans voor extra waterberging, maar dit leidt mogelijk ook tot een toename van kwel en wateroverlast elders. Vanuit cultuurhistorie is een mogelijk knelpunt voor vergunbaarheid de grondoplossing bij het beschermde dorpsgezicht bij Oud-Empel. Verder dient langs het hele traject rekening gehouden te worden met archeologische waarden. Voor woningen geldt, net als bij de andere alternatieven, dat het uitgangspunt is dat deze behouden blijven. Aandachtspunt is risico op schade door trillen bij het inbrengen van constructies. Dit speelt met name bij de dijkdorpen. Specifiek aandachtspunt is verder de

omgang met de woningen bij de 'meegroeidijk' bij Lith. Aandachtspunt voor bedrijvigheid is het raakvlak van de grondoplossingen met een bedrijfsterrein bij deelgebied 3 (bedrijventerrein Het Wargaren).

6.5.4 Dijkdorpen, Henriëttewaard en Stad-Uiterwaardverbinding

Dijkdorpen: Lith en Oud-Empel

Lith

In Lith kijken we naar hoe de tweezijdige bebouwing langs de dijk kan meegroeien met de nieuwe en toekomstige dijkhoogte. De dijk wordt in het bestaande profiel verhoogd en waar mogelijk groeien woningen mee, of worden er op termijn nieuwe woningen gebouwd. Het over ruim 2 km versterken van de dijk met een grondoplossing waarbij heel veel woningen in de dijkverbetering gesitueerd zijn, wordt als uitermate complex beschouwd voor de realisatie. Bovendien levert dit zeer hoge kosten op, aangezien het over een significant aantal woningen gaat en een betreffende renovatie (of opvijzelen) kostbaar is.

Het meegroeien van de bebouwing maakt het lastig om woningen, (rijks)monumenten en beeldbepalende gebouwen te beschermen en schade te voorkomen. Er zijn geen knelpunten voorzien op de aspecten riviersysteem, natuur en bodem & water.

Oud-Empel

In Oud-Empel verkennen we een nieuw dijktracé aan de binnendijkse zijde, waardoor het dorp buitendijks komt te liggen en het contact met de rivier groot blijft. Er is voldoende fysieke ruimte voor de aanleg van een nieuwe primaire kering ten zuiden van Oud-Empel. Grondverwerving is een aandachtspunt. Voor de maakbaarheid geldt dat aansluiting van de nieuwe primaire kering aan de oostkant bij de A2 goed realiseerbaar lijkt (grondoplossing).

Een belangrijk aandachtspunt voor de vergunbaarheid is dat de binnenwaartse dijkverlegging naar verwachting het beschermd dorpsgezicht aantast en daarmee niet kansrijk is. Qua vergunbaarheid is er verder geen effect op het riviersysteem. Op het aspect bodem is er de doorkruising met de voormalige boomgaarden een aandachtspunt. Deze boomgaarden zijn verdacht van verontreiniging (onder andere zware metalen). Bij Oud-Empel raakt de dijkverlegging watergangen die in verbinding staan op watergangen die van belang zijn voor afwatering van het gebied. Hiervoor zijn aanpassingen van bestaande watergangen benodigd. Naar verwachting is dit in te passen zonder overige effecten op het watersysteem. De kosten van een volledig nieuwe dijk zullen hoger liggen dan de uitbreiding van de waterkering op de bestaande locatie.

Henriëttewaard

Mogelijk alternatief 4 draagt bij aan meerwaarde voor natuur, ruimtelijke kwaliteit, recreatie en toerisme en circulariteit/CO₂ neutraliteit. Door de dijkverlegging en gebiedsontwikkeling met natuur zijn er knelpunten voor maakbaarheid en vergunbaarheid ten aanzien van woningen (maatwerk), maakbaarheid en uitbreidbaarheid van de dijk en archeologie.

De dijkverlegging binnenwaarts zorgt voor een toename van het bergend vermogen van het riviersysteem, maar er zijn mogelijk negatieve effecten op archeologie en er is maatwerk nodig rondom bestaande woningen. Er is meerwaarde voor natuur door het ontwikkelen van riet, moeras en bos en versterken van de verbinding tussen binnendijks en buitendijks gebied. Er is wel aandacht nodig om negatieve effecten op bestaand NNN-gebied te voorkomen. Er is meerwaarde voor ruimtelijke kwaliteit en erfgoed en recreatie door het accentueren van de Linie 1629 en ontwikkeling van gebied met natuur. Er is meerwaarde voor de doelstelling voor het streven naar een CO₂-neutraal en zoveel mogelijk circulair project door het winnen en lokaal inzetten van gebiedseigen grond en ontwikkelen van natuur. De dijkverlegging in de Henriëttewaard vraagt wel veel grond die daarmee niet beschikbaar is voor andere delen van het dijktracé. Het alternatief biedt een kans voor gebruik van ruimte achter de Linie 1629 voor defensie. Aandacht is nodig bij uitwerking en inpassing van een brug om dit terrein toegankelijk te maken.

Stad-uiteerwaardverbinding

De bijdrage aan het verbinden van stad en uiterwaard van mogelijk alternatief 4 is beperkt, doordat de inrichting dicht bij de bestaande inrichting blijft. Er is enige meerwaarde voor ruimtelijke kwaliteit en natuur door inpassing met bos, ommetjes en struipaden. Er is een kans voor het ontwikkelen van recreatieve functies op de dijk.

6.6 Conclusies en inzichten

Vanuit de beoordelingen van de mogelijke alternatieven op doelbereik, maakbaarheid, betaalbaarheid en vergunbaarheid zijn conclusies en inzichten naar voren gekomen die sturend zijn in de aanzet voor de kansrijke alternatieven. In de tekst die volgt richten we ons op wat we als kansrijk zien voor de fase van de kansrijke alternatieven. Eerst gaan we in op overkoepelende inzichten en conclusies over doelbereik, maakbaar, betaalbaar en vergunbaarheid. Vervolgens specificeren we dit voor de dijkdorpen, Henriëttewaard en stad-uiteerwaardverbinding.

6.6.1 Overkoepelende inzichten en conclusies

Uit de beoordeling van de mogelijke alternatieven blijkt dat zowel mogelijk alternatief 2, Kringloop sluiten, als mogelijk alternatief 3, Gebruikers bedienen, beiden relatief veel meerwaarde bieden en haalbaar zijn vanuit maakbaarheid, betaalbaarheid en vergunbaarheid mits een aantal optimalisaties wordt toegepast.

Dijkverbetering met maatschappelijke meerwaarde is kansrijk

De mogelijke alternatieven hebben aangetoond dat de dijkverbetering kansen biedt op maatschappelijke meerwaarde. In het bijzonder geldt dit voor de Henriëttewaard waar veel doelen kunnen samenkomen. De sterkste relatie is er tussen het winnen van grond in de Henriëttewaard die lokaal gebruikt kan worden voor aanleg van de dijk. De dijkverbetering vormt daarmee een goede aanleiding of motor voor realisatie van andere doelen. Door werk met werk te maken verbeteren we de recreatiemogelijkheden, versterken we de natuur en de ruimtelijke kwaliteit. Hoe dit er precies uit gaat zien en waar het optimum is, gaan we verder onderzoeken. Bij deze integrale uitwerking speelt de betaalbaarheid een rol: er is financiering nodig vanuit verschillende overheidspartners.

Naast de Henriëttewaard ligt een tweede kans in de zone stad-uiteerwaarden. Hierin is de directe relatie met de dijkverbetering minder sterk dan bij de Henriëttewaard. Er ligt een kans en het verbinden van ingrepen die vanuit waterveiligheid nodig zijn en het (recreatieve) gebruik van de zone tussen de dijk en de stadsrand. Daarnaast biedt de stad-uiteerwaardzone de kans om natuur- en CO₂-compensatie te realiseren die nodig is om de projectdoelstellingen te realiseren en/of de vergunbaarheid van het dijkontwerp te verkrijgen. Naast de inhoudelijke uitwerking is de betaalbaarheid een belangrijke uitwerkvraag. Ook hier is financiering nodig vanuit verschillende overheidspartners, terwijl er een minder duidelijke aanleiding is voor gebiedsingenrepen, zoals de grondwinning bij de Henriëttewaard dat wel is.

De dijk versterken in grond is duurzaam en geeft lagere kosten

Met name vanuit mogelijk alternatief 2 Kringloop sluiten is aangetoond dat de dijk in grond uitvoeren het duurzaamste is, in lijn met de redeneerlijn vanuit het waterschap (paragraaf 4.4.2). Door het toepassen van lokaal gewonnen materiaal en beperkt toepassen van constructieve oplossingen zijn de kosten ook relatief laag. De grondbalans bij mogelijk alternatief 2 is nog niet gesloten, maar er is potentie om dit te bereiken. Door het met name toepassen van grond in plaats van constructies en door het lokaal inzetten van grond, en dus korte transportafstanden, is de CO₂-voetafdruk relatief laag. Het resterende deel CO₂-uitstoot kan mogelijk worden vastgelegd door bos- en natuurontwikkeling in bijvoorbeeld de Henriëttewaard en stad-uiteerwaardzone.

Toekomstbestendig en adaptieve oplossingen

Naast duurzaamheid en lage kosten maken grondoplossingen de dijk goed uitbreidbaar bij toekomstige dijkverbeteringen. In een beschouwing voor een langere termijn van 200 jaar zien we dat door

klimaatverandering de waterstand op de Maas verder toe zal nemen. Het is echter nog te vroeg om precies te weten hoe omstandigheden gaan veranderen. Door grondoplossingen toe te passen kan de dijk in de toekomst relatief makkelijk aangepast worden. Het gebruik van grondoplossingen zorgt er ook voor dat er meer tijd is om uit te zoeken hoe het best met de woningen langs de dijk in de verdere toekomst kan worden omgegaan.

Rivierkundige effecten zijn beperkt

Vanuit de redeneerlijn (paragraaf 4.4.2) heeft het de voorkeur om buitenwaarts (rivierwaarts) te versterken in grond, wanneer aan de binnenzijde belangrijke waarden aanwezig zijn. Echter gaan buitenwaartse versterkingen in grond ten koste van het winterbed van de rivier. Daar zit een risico voor de vergunbaarheid. De eerste analyse heeft aangetoond dat de effecten van de meeste buitenwaartse versterkingen beperkt of zelfs verwaarloosbaar zijn. Voor sommige trajecten is er wel een effect en is mogelijk compensatie nodig. In de Henriëttewaard ligt een kans om via een dijkeruglegging effecten te compenseren. In de volgende fase zullen effecten, benodigde compensatie en mogelijkheden voor compensatie nader uitgewerkt moeten worden.

Uitzondering op bovenstaande is het onderzochte nieuwe dijktracé ten noorden van het Fort Crèvecœur uit mogelijk alternatief 2, kringloop sluiten. Deze leidt wel tot een substantiële verkleining van het winterbed van de Maas. Daarnaast zijn er alternatieven met een veel kleiner effect waardoor er geen sprake is van een zwaarwegend maatschappelijk belang. Bovendien blijkt uit gesprekken met vertegenwoordigers van defensie en de Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed (RCE) dat er zwaarwegende bezwaren zijn tegen dit tracé. Tot slot is het een technisch ingewikkeld traject en daarmee heel kostbaar. Al deze punten samen leiden tot de conclusie dat het verstandig is dit tracé te laten afvallen.

Gemaal inpassen in Henriëttewaard

Zoals eerder aangegeven verkent het project HoWaBo 11 verschillende maatregelen in Oost-Brabant om 's-Hertogenbosch te beschermen tegen regionaal water. Een van de 11 bouwstenen is de aanleg van een gemaal in de Henriëttewaard. In 2026 worden de aanpak en de maatregelen vastgelegd in een beleidsdocument: het programma HoWaBo. Dit loopt parallel aan de verkenningsfase van de dijkverbetering en de planvorming voor de Henriëttewaard. Bij de start van de mogelijke alternatieven fase is daarom in twee van de mogelijke alternatieven een nieuw gemaal opgenomen in de Henriëttewaard inclusief nieuwe aansluitende dijktracés. Deze nieuwe dijktracés zijn onderzocht waarbij het inzicht is ontstaan dat het nieuwe dijktracé ten noorden van het fort niet zinvol is om verder te onderzoeken.

Daarnaast is met het uitwerken en afwegen van de twee mogelijke alternatieven zonder gemaal het inzicht ontstaan dat deze ook interessante locaties bieden voor de inpassing van het gemaal. In afstemming met de gemeente 's-Hertogenbosch, de provincie Noord-Brabant en waterschap Aa en Maas is besloten om de inpassing van het gemaal integraal onderdeel te maken van de kansrijke alternatieven binnen het dijkverbeteringsproject. In elk van de kansrijke alternatieven voor de Henriëttewaard zijn daarom denkbare locaties voor het gemaal opgenomen. Deze zijn afgestemd met de partners en het projectteam van het gemaal. Tijdens de kansrijke alternatieven fase worden deze gezamenlijk onderzocht zodat besloten kan worden over het dijktracé, de locatie van het gemaal en de inrichting van de Henriëttewaard.

Sterke wens voor een meer recreatieve verkeersinvulling van de dijk.

In mogelijk alternatief 3 Gebruikers bedienen is de gehele dijk enkel toegankelijk voor wandel-, fiets- en bestemmingsverkeer. Hierop hebben we veel enthousiaste reacties ontvangen vanuit de werkplaats deelnemers. In gesprek met de partners hebben we geconstateerd dat dit om een visie vraagt van de wegbeheerders, beide gemeenten en de provincie voor de provinciale weg. Het heeft namelijk invloed op en vraagt mogelijk ook aanpassingen in het onderliggende wegennet. Uit deze gesprekken is gebleken dat het een kansrijke maatregel is die we verder willen uitwerken naast het handhaven van de huidige verkeerssituatie op de dijk.

6.6.2 Dijkdorpen

Met het project dijkverbetering Lith-Bokhoven staan we voor een technisch uitdagende dijkverbetering. In de dijkdorpen staat veel (soms monumentale) bebouwing op of direct aan de dijk, zowel aan binnendijkse als buitendijkse zijde. Het gaat om de dorpen Lith, Maren-Kessel, 't Wild, Gewande, Oud-Empel en Bokhoven. In de mogelijke alternatievenfase is door bewoners van dijkdorpen een behoefte aan demontabele keringen geuit, veelal vanwege het behoud van uitzicht. Bij de dijkdorpen geldt – net als voor de rest van de dijk – de redeneerlijn zoals die in paragraaf 4.4.2 besproken is. Dat betekent dat we een constructie overwegen als een grondoplossing niet past. Alleen bij zwaarwegend maatschappelijk belang overwegen we een bijzondere constructie, zoals een demontabele kering.

Beschermde stad- en dorpsgezichten

Oud-Empel, Gewande en Bokhoven zijn gemeentelijke beschermde dorpsgezichten, aangewezen door de gemeente 's-Hertogenbosch. Dit heeft tot gevolg dat extra aandacht nodig is voor inpassing en vergunbaarheid. Elk beschermd dorpsgezicht heeft een eigen, specifieke, beschrijving van de kwaliteiten. Deze beschrijvingen hebben we bestudeerd en meegenomen bij de beoordeling van de mogelijke alternatieven. Bij Oud-Empel komen we tot de conclusie dat de nieuwe gronddijk binnendijks achter het dorp langs uit mogelijk alternatief 4, slim meebewegen, een groot risico is voor de vergunbaarheid. De essentie van een dorp aan de dijk gaat verloren en de kwaliteiten van het bebouwingscluster op de hoge grond wordt minder herkenbaar en beleefbaar. Bij Gewande zijn er geen risico's geconstateerd, wanneer het waardevolle ensemble Blauwe Sluis als maatwerklocatie wordt uitgewerkt. Bij Bokhoven zijn er ook geen risico's voor de vergunbaarheid. Voortbouwen op de bestaande oplossingen voor de dijk (binnenwaarts bij ruimte, buitenwaarts bij bebouwing aan binnendijkse zijde) is een kansrijke oplossing die de opbouw van het dijkdorp niet aantast. Een goede inpassing van de kenmerkende beplanting, objecten, bebouwing en monumenten blijft voor alle beschermde dorpsgezichten belangrijk.

Zwaarwegend maatschappelijk belang

Als we de redeneerlijn van het waterschap toepassen op de dijkdorpen, volgt dat er alleen sprake is van zwaarwegend maatschappelijk belang bij de dijkdorpen Lith en Oud-Empel. Bij Lith is dat vanwege de bereikbaarheid van de dubbele bebouwing in de dorpskern waar de voordeuren van de woningen direct aan de kruin van de dijk grenzen. Het oplossen van de hoogteopgave kan hier niet in grond tussen de woningen zonder verstreckende gevolgen. Als we dit wel in grond willen doen moeten we een substantieel aantal woningen slopen; of mensen kunnen hun voordeur niet meer gebruiken. Hier is dus sprake van zwaarwegend maatschappelijk belang.

Bij Oud-Empel is alleen in het middenstuk (Empelsedijk nummer 15, 16, 17, 18, 20) sprake van zwaarwegend maatschappelijk belang vanwege een gemeentelijk beschermd dorpsgezicht. Het oplossen van de hoogteopgave in grond leidt hier tot aantasting van het beschermde dorpsgezicht: de kenmerkende relatie tussen het dorp, de Maas en de uiterwaarden.

Voor de overige (delen van de) dijkdorpen is er geen sprake van zwaarwegend maatschappelijk belang. Bij Gewande en Bokhoven is wel sprake van gemeentelijk beschermd dorpsgezicht, maar zoals hierboven beschreven geeft dat geen aanleiding voor het onderzoeken van bijzondere constructies of dijkverleggingen. Bij 't Wild, Gewande en Bokhoven komt bereikbaarheid ook niet in het gedrang door het huidige tracé in grond te verbeteren.

Afweging in Lith

In de mogelijke alternatieven is een bijzondere constructie (demontabele kering) op het bestaande tracé met woningen aan beide zijden onderzocht. In Lith is er namelijk sprake van zwaarwegend maatschappelijk belang, gezien de bereikbaarheid van de woningen. Een bijzondere constructie brengt wel belangrijke inpassingsvraagstukken met zich mee (toegang woningen/bedrijven, verkeer/parkeren) en risico's ten aanzien van de uitvoering (bijv. aanbrengen damwanden) en beheer tijdens hoogwater (sluiten van coupures).

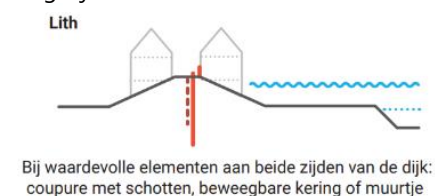
De oplossing in grond met een nieuw dijktracé tussen Lith en de Maas lijkt op basis van eerste rivierkundige berekeningen beperkt effect op de rivier te hebben. Dit komt doordat deze locatie in een luwe zone ligt waar het water ook bij hoge waterstanden minder hard stroomt. Aangezien vanuit de redeneerlijn paragraaf 4.4.2 het de voorkeur heeft om te versterken in grond biedt en er op dit moment geen onoverkomelijke knelpunten worden voorzien is dit een relevante oplossing om nader te onderzoeken. Inpassing bij huizen/tuinen en de maakbaarheid daarbij, het verkeer naar de pont en verdere studie naar de rivierkundige effecten is nodig bij verdere uitwerking.

Tot slot zijn er voor Lith verdergaande oplossingen onderzocht waarbij de dijkverbetering samenging met het meegroeien van woningen. Dit bleken zeer complexe en dure oplossingen te zijn. Bovendien is het inzicht ontstaan dat de twee andere oplossingen (zie hierboven) voldoende kansrijk zijn. Daarmee valt het laten meegroeien van woningen op een nieuwe dijk af als onderdeel van deze dijkverbetering.

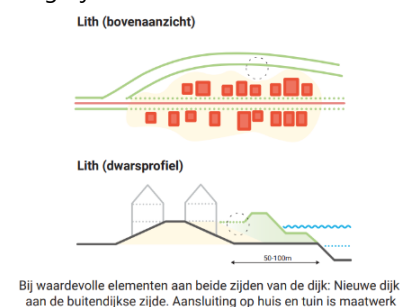
Het onderzoek naar deze verdergaande oplossingen heeft wel het inzicht opgeleverd dat toekomstbestendigheid van de oplossing in Lith van belang is, er komen immers nog dijkverbeteringen na dit project. Het is relevant om dit te betrekken bij de uitwerking en afweging van de twee kansrijke alternatieven.

Afbeelding 6.6 Overzicht dijkontwerp Lith in de mogelijke alternatieven, inclusief varianten die afvallen (rood kruis)

Mogelijk alternatief 1



Mogelijk alternatief 2



Mogelijk alternatief 3



Mogelijk alternatief 4



Afweging in Oud-Empeel

Er is een oplossing onderzocht die voortborduurt op de drie huidige dijktypen in Oud-Empeel. Er zijn geen inzichten ontstaan waardoor deze oplossing nu af moet vallen. Voor de uitwerking van dit ontwerp in Oud-Empeel oost (bestaande muurtjes/schotten) dient gekeken te worden hoe dit veilig en goed ingepast kan worden. Het aanbrengen van een constructie leidt tot risico's voor de bebouwing die hier aan beiden zijden van de dijk aanwezig is, maar is naar verwachting wel haalbaar.

In Oud-Empeel west is ook de optie van een demontabele kering onderzocht op de bestaande kering. Hiermee kan het uitzicht worden behouden. Het waterschap is zeer terughoudend met het gebruiken van coupures/schotbalken en past dit enkel toe bij zwaarwegend maatschappelijk belang (zie redeneerlijn paragraaf 4.4.2). Het behoud van uitzicht wordt niet gezien als een zwaarwegend maatschappelijk belang waardoor deze oplossing afvalt en niet verder wordt onderzocht.

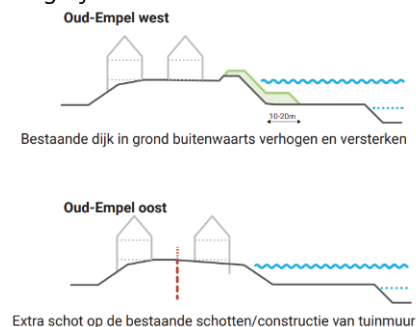
Er is daarnaast een nieuw dijktracé tussen Oud-Empeel en de Maas als oplossing onderzocht. Uit de rivierkundige berekeningen blijken de rivierkundige effecten beperkt. Het is een oplossing in grond en laat de bestaande dijk in Oud-Empeel oost ongemoeid. Het is daarmee een relevante oplossing om nader te

onderzoeken. Tegelijkertijd heeft een nieuw dijktracé impact op de bestaande omgeving (tuinen, toegang uiterwaard, particuliere gronden, et cetera) wat vraagt om nadere uitwerking, inpassing en rivierkundige studie.

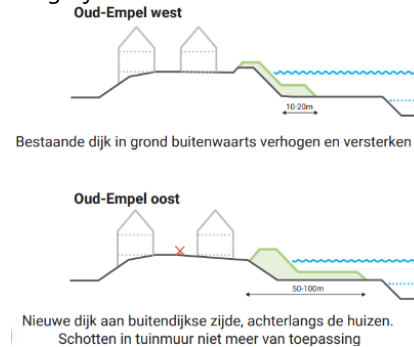
Voor Oud-Empel is tot slot een nieuw dijktracé tussen Empel en Oud-Empel onderzocht. Deze dijkteruglegging is maakbaar, maar naar verwachting lastig vergunbaar vanwege de verwachte aantasting van het beschermde dorpsgezicht. Bovendien komen woningen buitendijks te liggen en zijn de kosten van deze oplossing hoog. Vanwege de vele negatieve effecten, hoge kosten, en het feit dat er andere, kansrijke, alternatieven zijn valt de dijkteruglegging bij Oud-Empel af en wordt niet verder onderzocht.

Afbeelding 6.7 Overzicht dijkontwerp Oud-Empel in de mogelijke alternatieven, inclusief varianten die afvallen (rood kruis).

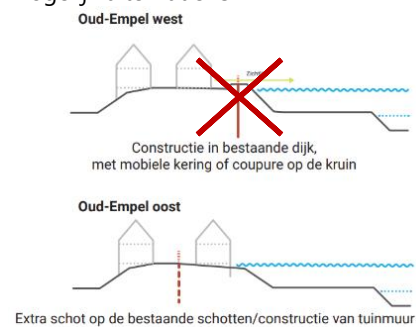
Mogelijk alternatief 1



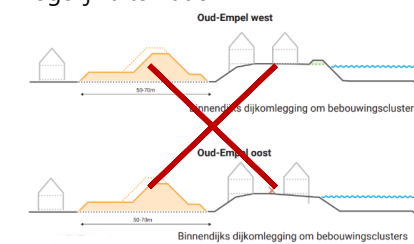
Mogelijk alternatief 2



Mogelijk alternatief 3



Mogelijk alternatief 4



6.6.3 Henriëttewaard

Sterke integrale samenhang

De belangrijkste conclusie is dat de ontwikkeling van de Henriëttewaard de grootste kans is voor het realiseren van een dijkverbetering met maatschappelijke meerwaarde. Hier komen doelen samen en dragen ontwikkelingen bij aan een betaalbaar en vergunbaar plan.

Dijkverbetering als motor voor ontwikkeling Henriëttewaard

Met name in de Henriëttewaard komen doelen samen en vormt de dijkverbetering een aanleiding of motor voor de ontwikkeling van de Henriëttewaard. Het is mogelijk en duurzaam om de dijk in grond te versterken en inzet van lokaal gewonnen materiaal uit de Henriëttewaard draagt hier sterk aan bij. Het maakt aanleg van de dijk goedkoper en tegelijk kan uit de opbrengst van de klei het gebied mede ontwikkeld worden. De ontwikkeling in de Henriëttewaard kan daarnaast bijdragen aan rivierkundige compensatie, natuurcompensatie en binden van CO₂ via natuurontwikkeling. De samenhang met de dijkverbetering kan helpen om ontwikkeling van de Henriëttewaard betaalbaar te krijgen. De verwachting is dat het niet volledig dekkend zal zijn en dat alle partners bijdragen vanuit de andere doelen.

Doelbereik balanceren en optimaliseren

Dat de dijkverbetering als motor kan dienen voor ontwikkeling van de Henriëttewaard is mooi, zeker als dit uitgebalanceerd en geoptimaliseerd wordt met de andere doelen. Bepalend in de uitwerking van die balans zijn onderstaande drie punten. Ten eerste is vanuit erfgoed het beleefbaar maken en borgen van de archeologische waarden van de Linie 1629 belangrijk. Dit blijkt in verschillende verschijningsvormen kansrijk en inpasbaar te zijn. Ten tweede is het versterken van de natuur en biodiversiteit ook kansrijk. Hier gaat het om een uiteenlopend pakket waarbij de grootste variatie zit in het de mate van buitendijkse, meer dynamische natuur, of binnendijkse natuur. De verschillende dijktracés zijn hierop sterk van invloed evenals de mate van ontgraving voor het winnen van grond voor de dijk. De positie en het functioneren van het gemaal, als bouwsteen uit de HoWaBo-studie, is het derde bepalende punt. Het gemaal komt te liggen op de overgang tussen binnen- en buitendijks gebied om het water te kunnen wegpompen naar de Maas. Dit heeft tot gevolg dat de dijk hierop aangesloten moet worden en daarmee heeft het gevolgen voor de mogelijkheden voor de natuur en de mate van het winnen van grond voor de dijk.

Variatie in dijktracés

Het belangrijkste inzicht is dat deels een nieuw dijktracé noodzakelijk is. Dit is het gevolg van de waarschijnlijke benodigde riviercompensatie als gevolg van buitenwaartse versterkingen, de eisen en de daarmee samenhangende locatie van het nieuwe gemaal Crèvecoeur en de dynamische natuurontwikkeling. Op hoofdlijnen gaat het om de onderstaande dijktracés:

- ten noorden van de Oude Dieze op het terrein van fort Crèvecoeur: de aanleiding is het nieuwe gemaal. Dit tracé vraagt een goede inpassing vanwege de status van Rijksmonument van het fort en de natuurwaarden. Daardoor heeft het een hoog risicoprofiel op vergunbaarheid. Het is ook een relatief duur stuk dijk;
- over de weg door de Henriëttewaard (n-z lopend): de aanleiding hiervoor is zowel de rivierkundige compensatie als natuur. Wat de natuur betreft sluit dit goed aan bij de PAGW-ambities. Ook dit is een relatief duur stuk dijk, waarbij de dekking uit verschillende programma's denkbaar is;
- teruglegging langs Linie 1629 en de dijk van langs het Diezekanaal: de aanleiding hiervoor is zowel de rivierkundige compensatie als de natuur. Wat de natuur betreft sluit dit goed aan bij de PAGW-ambities: nagenoeg het gehele gebied komt buitendijks te liggen. Dit is de duurste van alle drie. De dekking komt uit verschillende programma's waarbij het de vraag is in welke mate het subsidiabel is vanuit HWBP.

Gezien de grote samenhang is het voor de hand liggend om drie alternatieven als kansrijk te beoordelen op basis van de huidige inzichten. Belangrijk is hierbij nog wel dat er particuliere grondeigenaren in de Henriëttewaard aanwezig zijn. De kans op realisatie van een integraal plan voor de Henriëttewaard wordt hierdoor beïnvloed. Daarnaast vindt er een planontwikkeling plaats van K3 in het noordwestelijk deel wat wordt geraakt door deze ontwerpen.

Afbeelding 6.8 Overzicht mogelijke alternatieven Henriëttewaard

Mogelijk alternatief 1

Mogelijk alternatief 1 - Zorgvuldig voortbouwen



Mogelijk alternatief 2

Mogelijk alternatief 2 - Kringlopen sluiten



Mogelijk alternatief 3

Mogelijk alternatief 3 - Gebruikers bedienen



Mogelijk alternatief 4

Mogelijk alternatief 4 - Slim meebewegen



6.6.4 Stad-uitewaardverbinding

Bij de stad-uitewaardverbinding ligt een kans in het verbinden van de ingrepen die vanuit waterveiligheid ontstaan en het (recreatieve) gebruik van de zone tussen de dijk en de stadsrand. De zone is geschikt voor bos- en natuurontwikkeling en kan ingezet worden voor CO₂- en natuurcompensatie. Vanuit de omgevingsbijeenvakkomsten klonk veel enthousiasme voor het ontwikkelen van de stad-uitewaardverbinding, maar vanuit zowel de omgeving als de beoordelingen van de mogelijke alternatieven kunnen geen eenduidige conclusies worden getrokken over waar precies op in te zetten. Belangrijk is hierbij ook dat omwonenden benadrukken dat het gebied al veel mooie waarden heeft. Qua ontwikkelingen is er onder andere enthousiasme voor het creëren en verbinden van routestructuren, versterken en uitbreiden van natuur met nadruk op een goede balans tussen rust voor natuur en recreatiemogelijkheden, extra uitkijkpunten en informatievoorzieningen om beleving van erfgoed te verbeteren (zie ook paragraaf 5.2.3).

De bandbreedte in deze zone ligt tussen het bestaande gebruik en beeld beperkt aanvullen met enkele gerichte ingrepen zoals struinpaden of een transformatie als gevolg van een programma vanuit natuur, bosontwikkeling, CO₂-compensatie en stedelijke uitloop. Naast de inhoudelijke uitwerking is hierbij de betaalbaarheid een belangrijke uitwerkvraag. De betaalbaarheid, en daarmee de kansrijkheid, is sterk afhankelijk van de cofinanciering vanuit partners en de mogelijkheid voor ontwikkelingen op gronden van derden via toestemming, pacht of grondverwerving.

AANZET KANSRIJKE ALTERNATIEVEN

7.1 Totstandkoming kansrijke alternatieven

De verkenning dijkverbetering Lith-Bokhoven is gestart vanuit borgen van de wettelijke waterveiligheid als hoofddoel. Aan deze waterveiligheidsopgave is de ambitie gekoppeld om dit te doen met maatschappelijke meerwaarde. Deze maatschappelijke meerwaarde is vertaald in zes andere doelen voor het project. Naast de doelen zijn de criteria maakbaar, betaalbaar en vergunbaar sturend voor de stap naar de twee kansrijke alternatieven. De twee kansrijke alternatieven dekken de kansrijke bandbreedte af waarbinnen het uiteindelijke voorkeursalternatief valt.

Speelveld ingekaderd door beoordeling op kansrijkheid

De conclusies en inzichten uit de mogelijke alternatieven, zoals beschreven in het vorige hoofdstuk zijn de basis voor de kansrijke alternatieven. Samengevat zijn het de onderstaande punten:

- **dijkverbetering met maatschappelijke meerwaarde is kansrijk.** Dit geldt in het bijzonder voor de samenhang tussen de dijkverbetering en de Henriëttewaard. In de Henriëttewaard komen veel doelen samen en is het winnen van grond voor de dijk een motor waarmee we deze doelen kunnen realiseren. Belangrijke uitwerking is het balanceren en optimaliseren van deze doelen, de betaalbaarheid speelt daarbij een belangrijke rol;
- **stad-uiterwaardenverbinding vraagt keuzes.** Hier ligt een kans in het verbinden van de ingrepen die vanuit waterveiligheid ontstaan en het (recreatieve) gebruik van de zone tussen de dijk en de stadsrand. De zone is geschikt voor bos- en natuurontwikkeling en voor CO₂- en natuurcompensatie. Op dit moment kunnen geen eenduidige conclusies worden getrokken over waar precies op in te zetten. Naast de inhoudelijke uitwerking is de betaalbaarheid een tweede belangrijke uitwerkvraag;
- **gemaal inpassen in de kansrijke alternatieven.** Bij de start van de mogelijke alternatieven fase van de dijkverbetering in twee van de mogelijke alternatieven een nieuw gemaal opgenomen in de Henriëttewaard inclusief nieuwe aansluitende dijktracés. Deze nieuwe dijktracés zijn onderzocht. Met het uitwerken en afwegen van de twee mogelijke alternatieven zonder gemaal is het inzicht ontstaan dat deze ook interessante locaties bieden voor de inpassing van het gemaal. In afstemming met de gemeente 's-Hertogenbosch, de provincie Noord-Brabant en waterschap Aa en Maas is besloten om de inpassing van het gemaal integraal onderdeel te maken van de kansrijke alternatieven binnen het dijkverbeteringsproject;
- **de dijk versterken in grond is duurzaam en goed uitbreidbaar.** Dit sluit aan op de redeneerlijn van waterschap (paragraaf 4.4.2) om waar mogelijk de dijk te verbeteren in grond. Door het toepassen van lokaal gewonnen materiaal en beperkt toepassen van constructieve oplossingen zijn de kosten ook relatief laag. En het verkleint de risico's voor de woningen tijdens de aanleg, zeker in de dijkdorpen. We onderzoeken waar ruimte is om de dijk in grond te versterken en waar eventueel een constructie nodig is vanwege inpassing en vergunningvereisten;
- **toekomstbestendig oplossingen in dijkdorpen.** Naast duurzaamheid en lage kosten maken grondoplossingen de dijk goed uitbreidbaar bij toekomstige dijkverbeteringen in de dijkdorpen. Het versterken tussen de bestaande woningen bij Lith is zeer uitdagend zowel ruimtelijk als tijdens de aanleg. Bovendien is er gerede twijfel of een volgende dijkverbetering daarop voort kan bouwen. Om die reden is het noodzakelijk om ook een nieuw tracé buitendijks in grond te onderzoeken. Bij dijkdorp Oud-Empel is de huidige driedeling in het type kering is kansrijk om als basis te dienen voor de komende

verbetering. Het is de vraag in welke mate dit technisch haalbaar is of dat het een betere oplossing is om aan de riviervoorzijde van Oud-Empel in grond te versterken;

- **rivierkundige effecten zijn veelal beperkt.** Een deel van de dijkverbetering zal naar verwachting buitenwaarts zijn en dat zou het winterbed van de Maas verkleinen. De effecten zijn in het algemeen beperkt. We zullen effecten, benodigde compensatie en mogelijkheden voor compensatie nader onderzoeken. Deels lijkt compensatie mogelijk in de Henriëttewaard. Misschien zijn aanvullende plekken nodig in de uiterwaarden;
- **verkeer op de dijk.** Op de dijk zijn verschillende weggebruikers die elk hun behoefte hebben. Daarbij kunnen we de huidige situatie met gemengd verkeer handhaven of alleen fiets-, wandel en bestemmingsverkeer op de dijk toestaan.

7.2 Essentie van twee kansrijke alternatieven

7.2.1 Sturende concepten van twee kansrijke alternatieven

Zoals hierboven beschreven dekken twee kansrijke alternatieven de bandbreedte af waarbinnen het voorkeursalternatief komt te liggen. Onderscheidend in de twee concepten is de mate waarin de toekomstbestendigheid leidend is. Het ene alternatief gaat meer uit van een toekomstbestendige oplossing, rekening houdend met een volgende generatie dijkverbetering, en de ander gaat meer uit van het voortbouwen op hier en nu. Het eerste alternatief gaat daarbij uit van zoveel mogelijk uitbreidbare grondoplossingen voor de dijk en de andere is een mix van grondoplossingen en constructies.

Kansrijk alternatief A – Lange termijn voorop

We ontwerpen een dijk voor minimaal 50 jaar en bij het toepassen van constructieve voorzieningen vaak voor 100 jaar. Ook de maatschappelijke meerwaarde richten we op deze lange(re) termijn en daarmee leggen we nu de basis waarop volgende generaties kunnen blijven voortbouwen. Onderzoeksvraag daarbij is of daarmee samenhangende keuzes/maatregelen op een verantwoorde manier inpasbaar zijn in de huidige belangen en waarden.

De lange termijn voor de volgende generatie is sturend voor dit alternatief. De aan de dijk te treffen maatregelen zijn zodanig dat ze in de toekomst uitgebouwd kunnen worden en dit leidt regelmatig tot een trendbreuk ten opzichte van de huidige situatie. Als nieuwe dijktracés een bijdrage leveren aan lange termijn ontwikkelingen dan faciliteren we dit.

Naast de lange termijn streven we in dit alternatief naar maximale circulariteit. Voor de dijk wordt maximaal ingezet om maatregelen in grond te treffen en daarmee is het aandeel constructieve oplossingen beperkt. In dit alternatief bouwen we voort op het circulaire alternatief waarbij grond die nodig is voor de dijk zoveel mogelijk komt uit de Henriëttewaard. Het ruimtegebruik en de verschijningsvorm is dienend aan de doelen voor procesgerichte natuurontwikkeling (gericht op het herstel van natuurlijke processen in ecosystemen voor het ontstaan van robuustere natuur, in plaats van op specifieke soorten of oude landgebruiksvormen) en het binden van CO₂, specifiek voor Henriëttewaard en Stad-uiterwaarden.

Kansrijk alternatief B - Huidige waarden van het gebied voorop

De huidige belangen van bewoners en gebruikers en kwaliteiten van het gebied vertegenwoordigen ook maatschappelijke waarden. Onderzoeksvraag bij dit kansrijke alternatief is of de huidige belangen en waarden op een verantwoorde manier kunnen worden geborgd en ingepast voor de termijn van de komende 50 tot 100 jaar.

De aan de dijk te treffen maatregelen bouwen voort op eerder gekozen maatregelen, er is veelal sprake van continuïteit. Op de meeste plekken kan de dijk in grond versterkt worden, maar op bijzondere plekken is maatwerk nodig en daarbij liggen constructies voor de hand. Er worden dan bijvoorbeeld stabiliteitsconstructies toegepast in plaats van buitenwaartse grondoplossingen om negatieve effecten te voorkomen op rivier- en natuurwaarden. Het ruimtegebruik en de verschijningsvorm is dienend aan de huidige en potentiële kwaliteiten. In de Henriëttewaard ligt het accent op de compensatie en ontwikkeling

van natuurwaarden op de overgang van beken- naar rivierenlandschap. Dit is tevens natuurcompensatie voor maatregelen op en langs de dijk.

7.2.2 Sturende elementen kansrijke alternatieven

De volgende sturende elementen zijn onderdeel van de alternatieven.

Tabel 7.1 Sturende elementen dijk, dijkdorpen en Henriëttewaard voor de kansrijke alternatieven

Kansrijk alternatief A Lange termijn voorop	Kansrijk alternatief B Belangen en waarden van nu voorop
Dijk	
waterveiligheid: Voor de dijkverbetering gaan we in de basis uit van de hiërarchie binnenwaarts, buitenwaarts, constructies (zie paragraaf 4.4.2 Redeneerlijn). De hoogwaterveiligheid is geborgd met voornamelijk grondoplossingen. De blik op toekomstige uitbreidbaarheid is dominant boven de huidige waarden en belangen. Voor constructies die alsnog onvermijdbaar zijn, onderzoeken we op welke wijze deze toekomstbestendig kunnen zijn, bijvoorbeeld door deze extra robuust te ontwerpen: - stabiliteit lossen we op in grond. Bij binnendijkse waarden versterken we buitenwaarts (rivierwaarts) in grond - piping lossen we waar mogelijk op in grond met een pipingberm of klei-inkassing onder de grond. Als de pipingopgave zo groot is dat een pipingberm of klei-inkassing niet inpasbaar is of heel duur ten opzichte van een constructie dan passen we een constructie toe om piping op te lossen - de hoogteopgave lossen we op in grond Voor de buitenwaartse grondoplossingen onderzoeken we de benodigde rivier- en natuurcompensatie en hoe deze te realiseren. Verkeer op de dijk: De verkeersbestemming op de dijk wordt aangepast naar bestemmingsverkeer en gericht op fietsers en wandelaars. Dit in samenhang met afwaardering van de provinciale weg tussen Maren en 't Wild als onderdeel van de mogelijke overdracht hiervan naar de gemeente. Duurzaamheid: Duurzaamheid borgen we door inzet op maximaal hergebruik/lokale inzet van grondstoffen en maximale CO₂-vastlegging door bijvoorbeeld ontwikkelen bos	waterveiligheid: Voor de dijkverbetering gaan we in de basis uit van de hiërarchie binnenwaarts, buitenwaarts, constructies (zie paragraaf 4.4.2 Redeneerlijn). De hoogwaterveiligheid is geborgd met een mix van grondoplossingen en constructieve oplossingen. De huidige waarden en belangen zijn dominant waardoor we ruimtebeslag beperken met constructieve oplossingen. Alleen in die situaties waarin beperkt sprake van nieuw ruimtebeslag komt een grondoplossing: - stabiliteit lossen we op in grond. Bij binnendijkse waarden versterken we met (stabiliteits)constructies op locaties waar we rivierkundige effecten willen voorkomen of bestaande waarden willen behouden - piping lossen we op met verticale constructies - de hoogteopgave lossen we in principe op in grond, tenzij de huidige waarden te veel zouden worden aangetast. In dat geval wordt er lokaal een constructie toegepast Verkeer op de dijk: De huidige gemengde verkeersbestemming op de dijk wordt gecontinueerd. Duurzaamheid: Duurzaamheid borgen we door beperkte winning van grondstoffen, ondergeschikt aan andere doelen. Vastlegging van CO₂ sluit aan op bestaande landschapselementen en structuren

Dijkdorpen		
bij de dijkdorpen onderzoeken we grondoplossingen die onderdeel zouden kunnen uitmaken van een adaptatiestrategie in samenhang met de bebouwing op langere termijn. Als nieuwe dijktracés een bijdrage leveren aan lange termijn ontwikkelingen dan faciliteren we dit. Lith: We onderzoeken een nieuw dijktracé in grond tussen dorp en Maas daar waar woningen aan beide zijden van de dijk staan. Oud-Empel: We onderzoeken een nieuw dijktracé in grond tussen dorp en de Maas	bij de dijkdorpen onderzoeken we oplossingen die voorbouwen op de huidige dijk bij de dijkdorpen. Lith: We onderzoeken een constructieve oplossing op de huidige dijk kruin daar waar de woningen aan beide zijden van de dijk staan. Oud-Empel: We bouwen voort op de bestaande versterkingsmethoden die eerder zijn toegepast (variërend langs het traject grond, constructie, demontabele kering)	
Stad-uitewaardverbinding		
ruimtegebruik en inrichting tussen de dijk en woonwijk is gericht op faciliteren van stedelijk uitloopgebied. Accenten: - natuur op basis van natuurlijke processen, zoals invloed van overstroming, getijden en beheer met begrazing - ontwikkelen kleinschalige natuurinclusieve landbouw - CO₂-binden en compensatie bestaande natuur door kleinschalige bosontwikkeling - buitendijks accent op optimaliseren beheer van bestaande natuurwaarden Met de gemeentes wordt nader afgestemd wat de ambities (en budget) zijn en in welke deelgebieden en locaties ('hotspots') maatregelen worden uitgewerkt. Ook wordt daarbij onderzocht of/hoe deze samenhangen met de dijkverbeteringsoplossingen	ruimtegebruik en inrichting tussen de dijk en woonwijk is gericht op faciliteren van stedelijk uitloopgebied. Accenten: - natuur met specifieke natuurtypes en landschapselementen, zoals (ooi)bos, grienden, boomgaarden, rietlanden - ontwikkelen kleinschalige recreatieve voorzieningen - CO₂-binden en compensatie bestaande natuur door bosontwikkeling op grotere schaal - buitendijks accent op behoud en versterken bestaande waarden Met de gemeentes wordt nader afgestemd wat de ambities (en budget) zijn en in welke deelgebieden en locaties ('hotspots') maatregelen worden uitgewerkt. Ook wordt daarbij onderzocht of/hoe deze samenhangen met de dijkverbeteringsoplossingen	
Henriëttewaard		
in alle alternatieven wordt ingezet op grondstoffenwinning uit de Henriëttewaard waarbij deze grond lokaal wordt ingezet in de dijkverbetering voor duurzaamheid en kostenreductie. We onderzoeken hoe een nieuw gemaal met aansluiting op het regionaal watersysteem en de dijk kan worden ingepast. Verder wordt ingezet op het vergroten van de belevingswaarde van cultuurhistorische waarden (fort, Linie 1629) en natuurwaarden. De accenten zijn daarbij verschillend en dienen nader uitgewerkt te worden. Met de gemeente wordt nader afgestemd wat de ambities (en budget) zijn en welke maatregelen worden uitgewerkt. Ook wordt daarbij onderzocht of/hoe deze samenhangen met de dijkverbeteringsoplossingen		
ligging dijk en gemaal: Grote dijkeruglegging (lang) tracé (waarmee een groot aaneengesloten gebied met dynamische riviernatuur mogelijk wordt gemaakt). Locatie opgenomen voor nieuw gemaal in het dijktracé I met aansluiting op regionaal watersysteem en Maas. Duurzaamheid: Maximale grondstoffenwinning. Grond wordt lokaal ingezet.	ligging dijk en gemaal: Kleinschalige dijkeruglegging met verkort dijktracé Locatie opgenomen voor nieuw gemaal in het dijktracé I met aansluiting op regionaal watersysteem en Maas. Duurzaamheid: Grondstoffenwinning (maar niet maximaal). Grond wordt lokaal ingezet. Ontwikkelen natuur voor CO₂-compensatie.	ligging dijk en gemaal: Verplaatsing dijk naar noordzijde Dieze in combinatie met bouw gemaal in het verlengde van de Oude Dieze. Locatie opgenomen voor nieuw gemaal in het dijktracé I met aansluiting op regionaal watersysteem en Maas. Duurzaamheid: Grondstoffenwinning (maar niet maximaal). Grond wordt lokaal ingezet

Natuur: Natuur op basis van natuurlijke rivierprocessen, zoals invloed van overstroming, getijden en beheer met begrazing. Dijkteruglegging maakt groot aaneengesloten gebied met dynamische riviernatuur mogelijk. Rivier: De grootschalige dijkteruglegging kan sterk bijdragen aan riviercompensatie	Natuur: Natuur met specifieke natuurtypes en landschapselementen, zoals (ooi)bos, grienden, boomgaarden, rietlanden. Sterke ecologische verbinding tussen binnen- en buitendijkse natuur. Rivier: De dijkteruglegging kan bijdragen aan riviercompensatie	Natuur: Natuurgebied met bos en riet. Rivier: Geen dijkteruglegging en daarmee ook geen riviercompensatie
--	---	---

REFERENTIES

Royal HaskoningDHV. (2021). *Rivierkundige systeembeschuwing Alem-Sint Andries - Huidig systeem*.
Royal HaskoningDHV, Witteveen+Bos, Robbert de Koning Landschapsarchitect BNT, Waterschap Aa & Maas.
(2024). *Ruimtelijk kwaliteitskader Dijkverbetering Lith-Bokhoven*.
Waterschap Aa en Maas. (2023). *Kader uitgangspunten dijkversterking*.
Waterschap Aa en Maas. (2024). *Basisspecificatie Dijk*.

Bijlage(n)

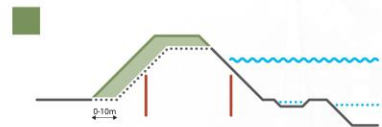


BIJLAGE: KAARTEN MOGELIJKE ALTERNATIEVEN

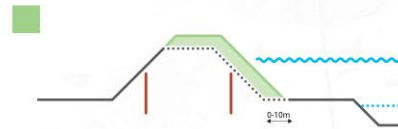
Mogelijk alternatief 1 - Zorgvuldig voortbouwen

Legenda

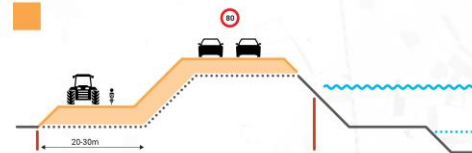
- Bestaand bebouwingscluster
- Ensemble
- Monumenten
- Constructie in dijk
- Maatwerk
- ▲ Zicht naar de Maas
- Wiel
- Bestaande vistrap
- Nieuwe vistrap
- Landschapselementen
- Ommetje
- Pontje
- Onderzoek nieuw gemaal
- Dijkverlegging
- Projectgrens



Bij waardevolle elementen aan buitendijkse zijde:
binnenwaarts versterken in grond



Bij waardevolle elementen aan binnendijkse zijde:
buitenwaarts versterken in grond

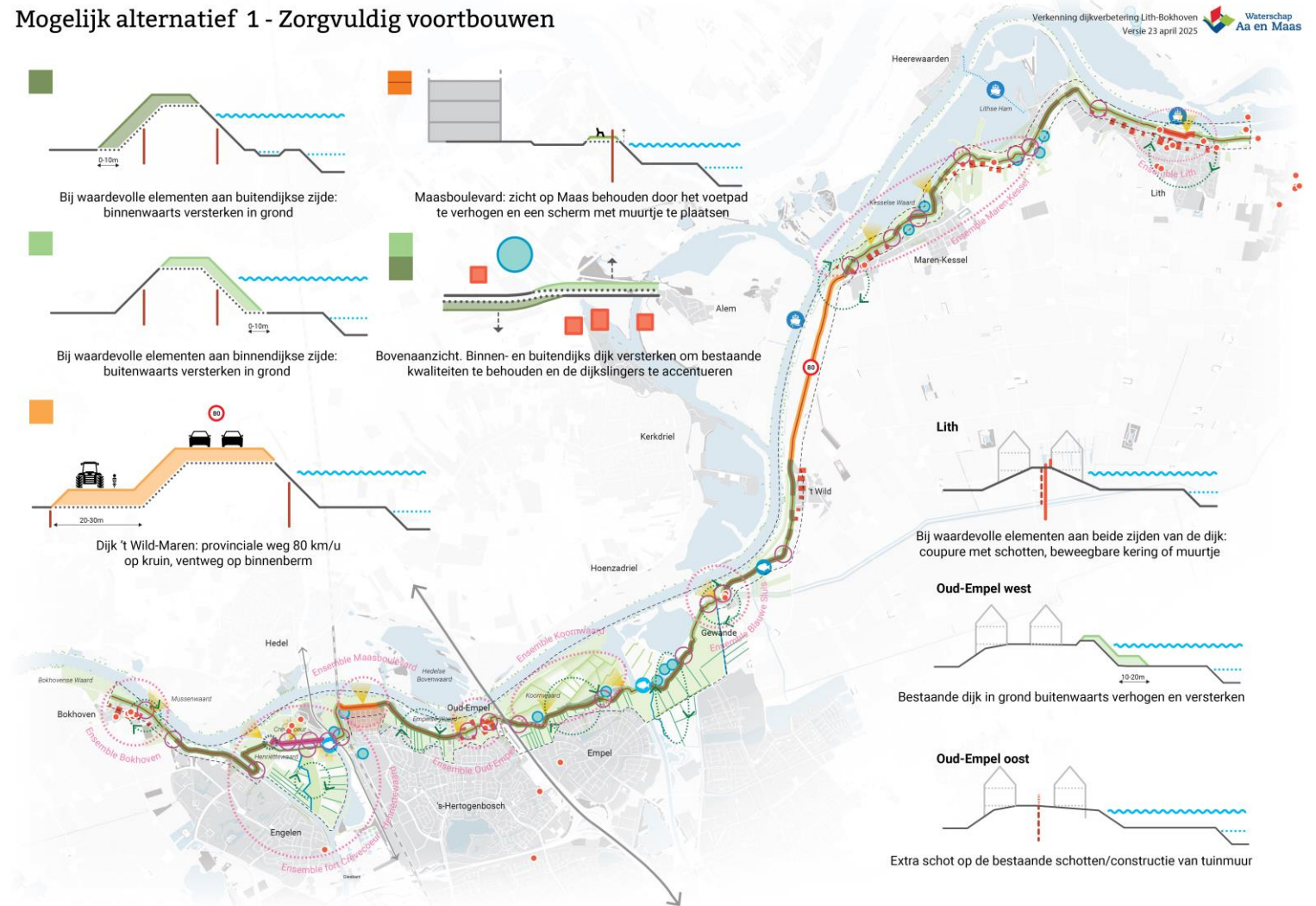


Dijk t Wild-Maren: provinciale weg 80 km/u
op kruin, ventweg op binnenberm

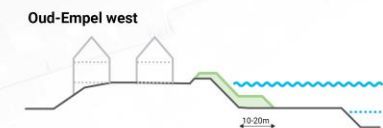


Maasboulevard: zicht op Maas behouden door het voetpad
te verhogen en een scherm met muurtje te plaatsen

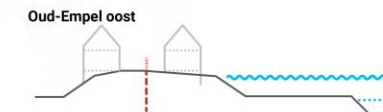
Bovenaanzicht. Binnen- en buitendijks dijk versterken om bestaande
kwaliteiten te behouden en de dijslingers te accentueren



Bij waardevolle elementen aan beide zijden van de dijk:
coupure met schotten, beweegbare kering of muurtje



Bestaande dijk in grond buitenwaarts verhogen en versterken

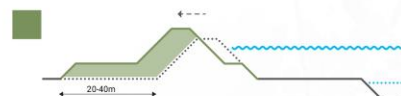


Extra schot op de bestaande schotten/constructie van tuinmuur

Mogelijk alternatief 2 - Kringlopen sluiten

Legenda

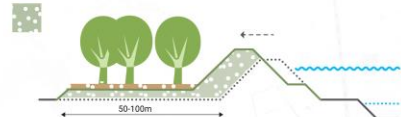
- Bestaand bouwingscluster
- Bestaande vistrap
- Nieuwe vistrap
- Onderzoek nieuw gemaal
- Dijkverlegging
- Maatwerk
- Bos en landschapselementen
- Moerasbos en rietland
- Pipingopgave
- Projectgrens



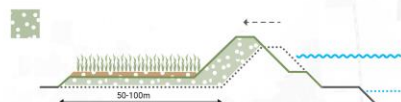
De kruin verhogen en binnenwaarts verplaatsen, en stabiliteit aan beide zijden verbeteren in grond



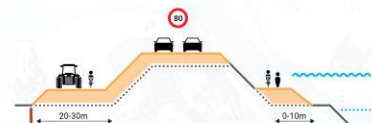
De kruin verhogen en buitenwaarts verplaatsen, en stabiliteit aan beide zijden verbeteren in grond



Pipingberm met overhoogte voor bos

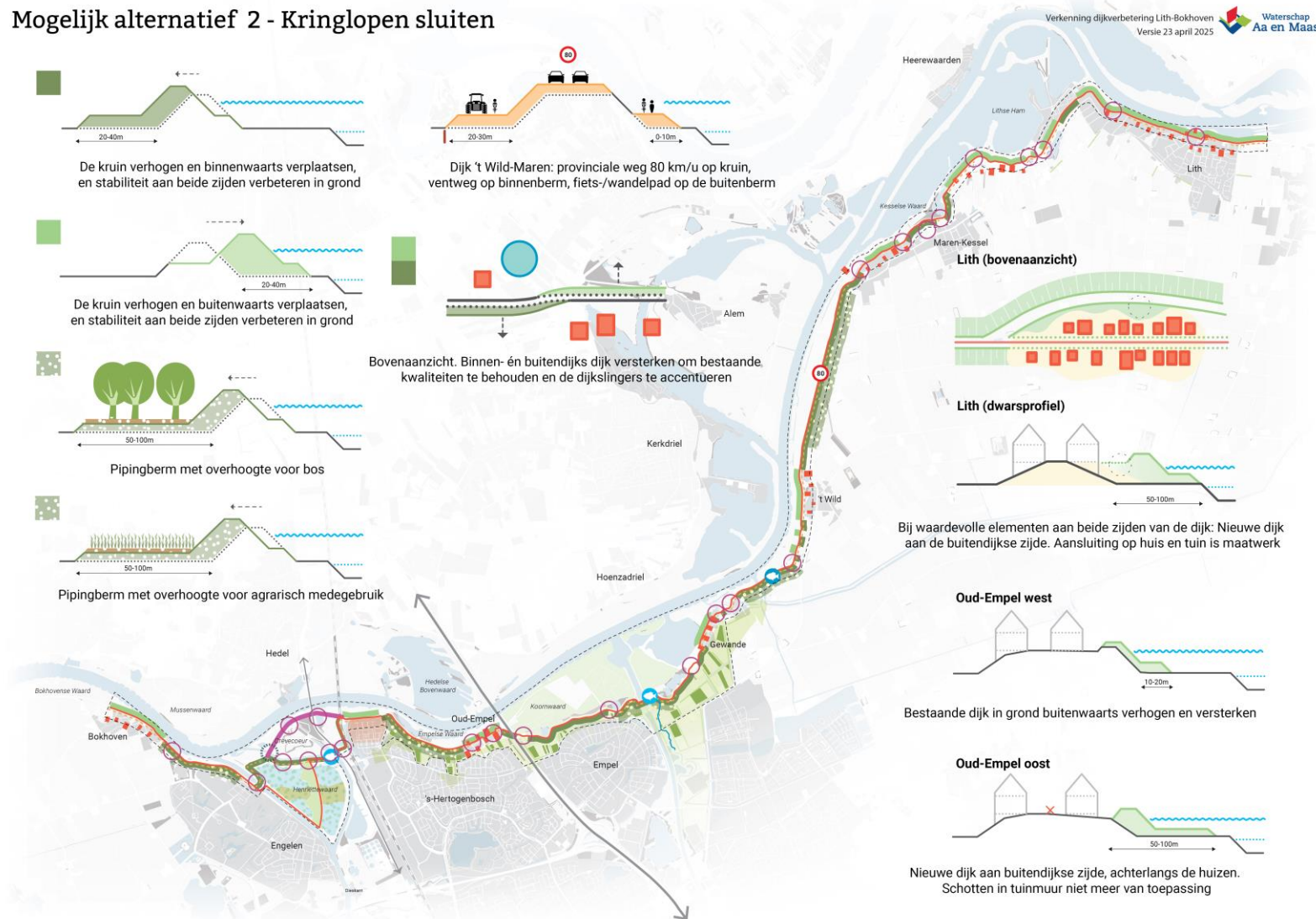


Pipingberm met overhoogte voor agrarisch medegebruik



Dijk 't Wild-Maren: provinciale weg 80 km/u op kruin, ventweg op binnenberm, fiets-/wandelpad op de buitenberm

Bovenaanzicht. Binnen- én buitendijks dijk versterken om bestaande kwaliteiten te behouden en de dijkslingers te accentueren



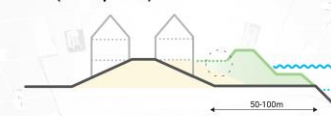
Verkenning dijkverbetering Lith-Bokhoven
Versie 23 april 2025



Lith (bovenaanzicht)



Lith (dwarsprofiel)



Bij waardevolle elementen aan beide zijden van de dijk: Nieuwe dijk aan de buitendijkse zijde. Aansluiting op huis en tuin is maatwerk

Oud-Empel west



Bestaande dijk in grond buitenwaarts verhogen en versterken

Oud-Empel oost



Nieuwe dijk aan buitendijkse zijde, achterlangs de huizen. Schotten in tuinmuur niet meer van toepassing

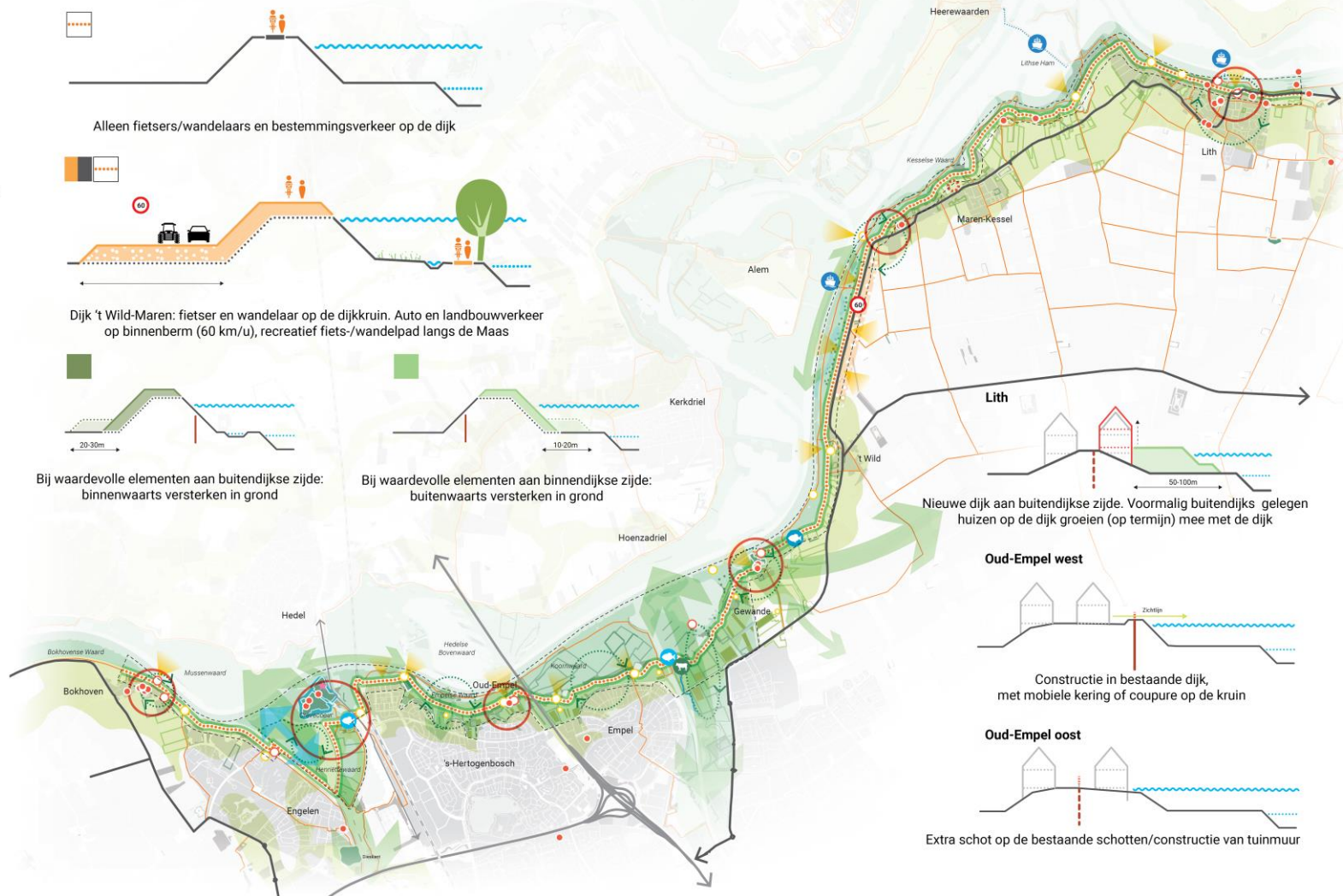
Mogelijk alternatief 3 - Gebruikers bedienen

Verkenning dijkverbetering Lith-Bokhoven
Versie 23 april 2025

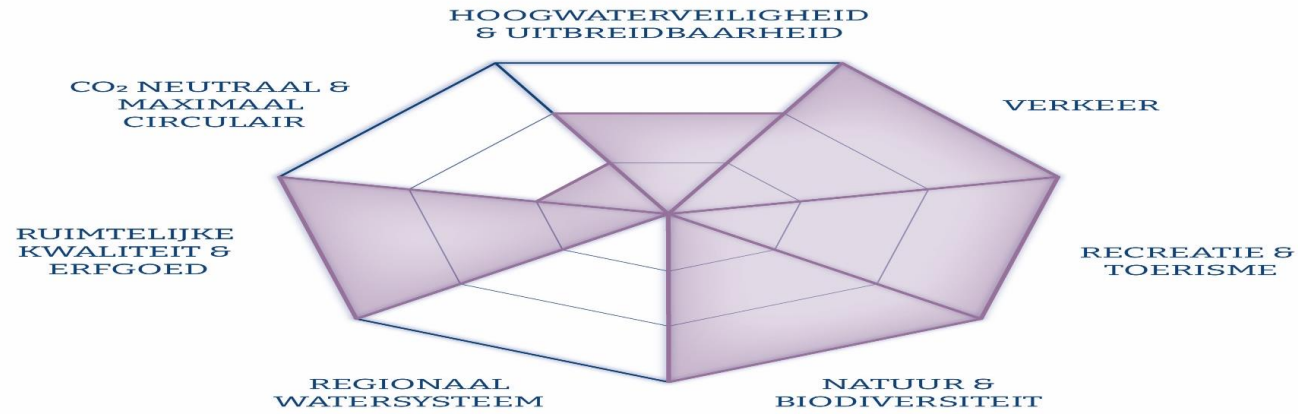


Legenda

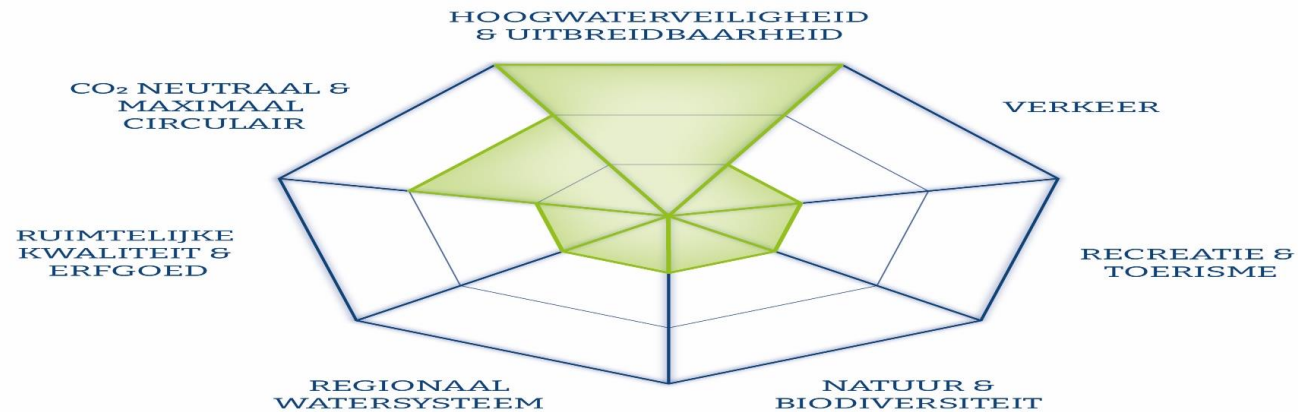
- Doorgaand natuurlint
- Monument
- Recreatieve hotspot
- Recreatieve voorziening
- Mogelijke nieuwe recreatieve voorziening
- Fiets-wandelroute
- Zicht naar Maas
- Ommetje
- Bestaande vistrap
- Nieuwe vistrap
- Nieuwe koeienoversteek
- Landschapsbouw (bosjes, hagen)
- Landschappelijk wonen onderaan de dijk
- Kazerne in het groen
- Projectgrens



Doelbereik - MA 3



Doelbereik - MA 4



Deeluitwerking Henriëttewaard en Stad-rivier verbinding



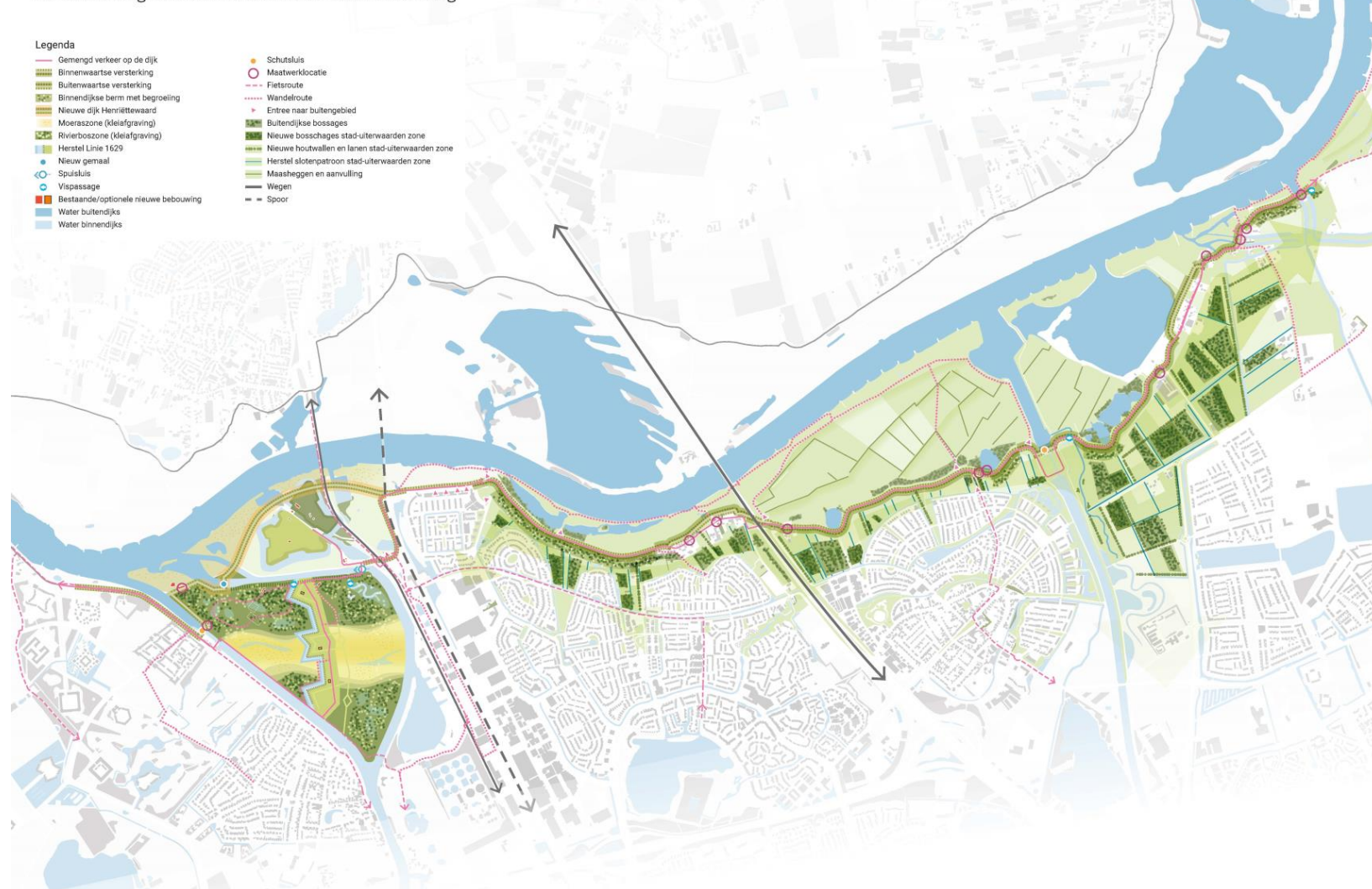
Waterschap
Aa en Maas



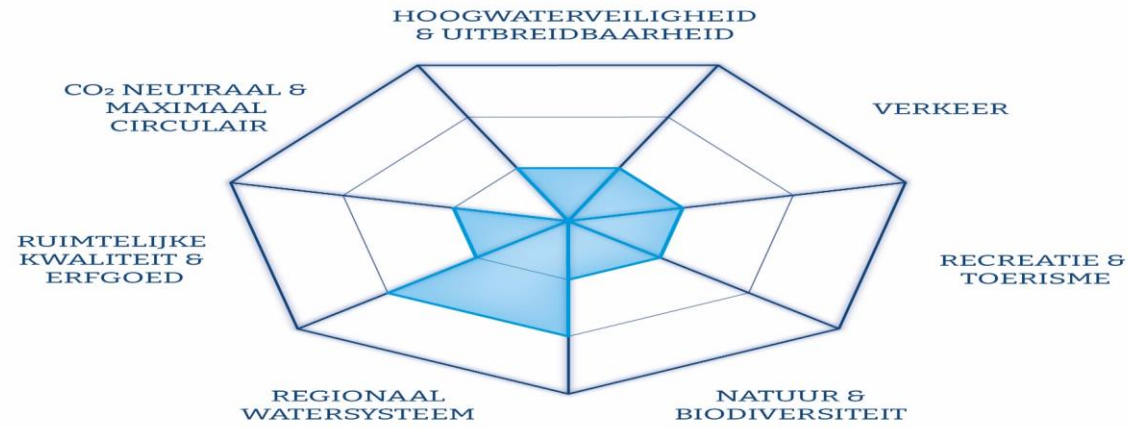
Mogelijk alternatief 2 - Kringlopen sluiten

Deeluitwerking Henriëttewaard en Stad-rivier verbinding

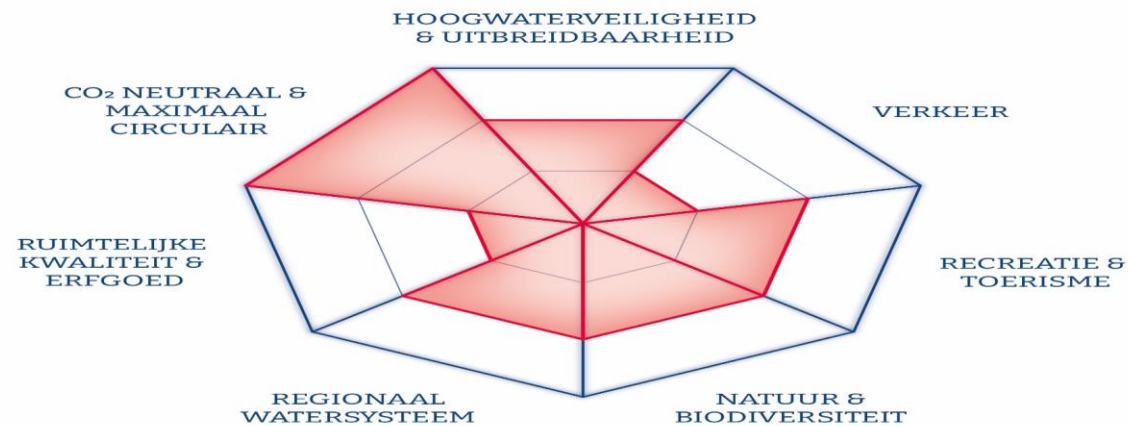
Verkenning dijkverbetering Lith-Bokhoven
Versie 17 april 2025



Doelbereik - MA 1



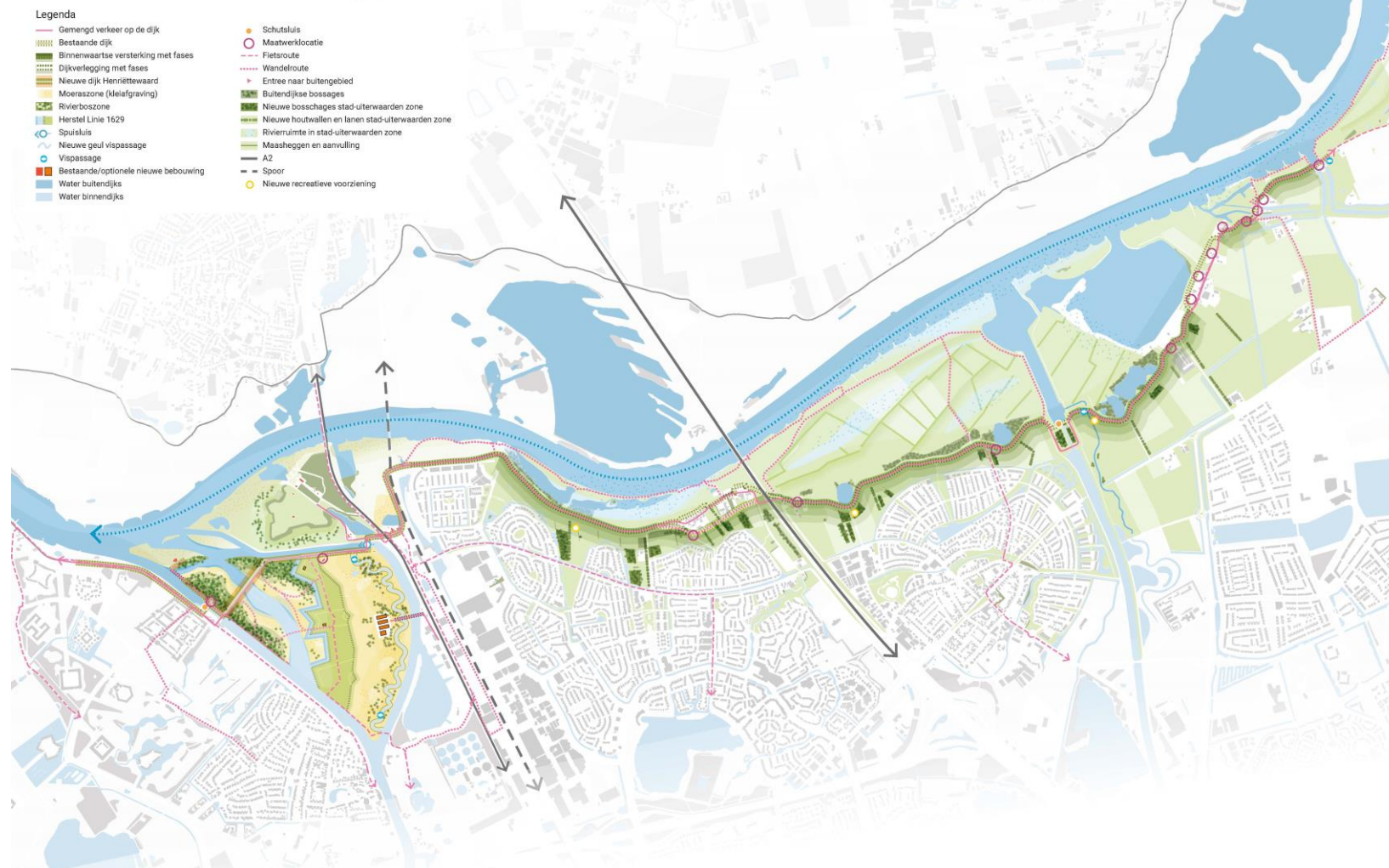
Doelbereik - MA 2



Mogelijk alternatief 4 - Slim meebewegen

Deeluitwerking Henriëttewaard en Stad-rivier verbinding

Verkenning dijverbetering Lith-Bokhoven
Versie 17 april 2025





BIJLAGE: OVERZICHT ONDERLIGGENDE DOCUMENTEN

Er zijn verschillende technische rapporten, omgevingsstukken en onderzoeken die de basis vormen voor de Nota mogelijke alternatieven. De tabel hieronder geeft een overzicht van de belangrijkste stukken.

Tabel II.1 Overzicht van de belangrijkste technische rapporten, omgevingsstukken en onderzoeken voor de Nota Mogelijke Alternatieven

Conditionerende onderzoeken
06.01_06.02 Resultaten geotechnisch onderzoek, 16 december 2024
06.01_06.02 Geotechnisch Laboratorium Rapportage, 13 maart 2025
06.08 Nota milieukundig bodemonderzoek Henriëttewaard, 6 maart 2025
06.15 Eindrapport vooronderzoek (water)bodem, 7 januari 2025
06.16 Risicoanalyse Gebouwen verkenningfase, 3 december 2024
06.17 Vooronderzoek Ontplobbare Oorlogsresten Conflictperiode gemeente Oss, 27 november 2024
06.17 Vooronderzoek Ontplobbare Oorlogsresten Na-conflictperiode gemeente Oss, 27 november 2024
06.17 Vooronderzoek Ontplobbare Oorlogsresten Na-conflictperiode gemeente 's-Hertogenbosch, 27 november 2024
07.03 Dossier K&L (Raakvlakken en knelpuntenanalyse K&L), 10 april 2025
11.01 Belevingswaardeonderzoek, 5 augustus 2024
Integrale verkenning Dijkverbetering van Lith naar Bokhoven, gemeenten Oss en 's-Hertogenbosch, Bureauonderzoek Aardkunde, Archeologie en Cultuurhistorie, 9 januari 2025
Techniek en ontwerp
03.04 Aanpak van de geohydrologische aspecten (AGA), 31 januari 2025
04.07 Nadere analyse veiligheidsopgave, 3 februari 2025
05.05 Nota Bouwstenen, 19 november 2024
05.06 Ruimtelijk Kwaliteitskader, 12 november 2024
05.15 Technisch ontwerpverslag MA-fase, 27 maart 2025
05.16 Notitie Quickscan Maakbaar-Betaalbaar-Vergunbaar, 20 november 2024
05.17 Memo Quickscan Grondstromen, 20 november 2024
05.18 Notitie innovatiescan, 23 januari 2025
14.03 Duurzaamheidsrapportage, 28 maart 2025
22.01 Nota SSK Raming mogelijke alternatieven, 11 april 2025