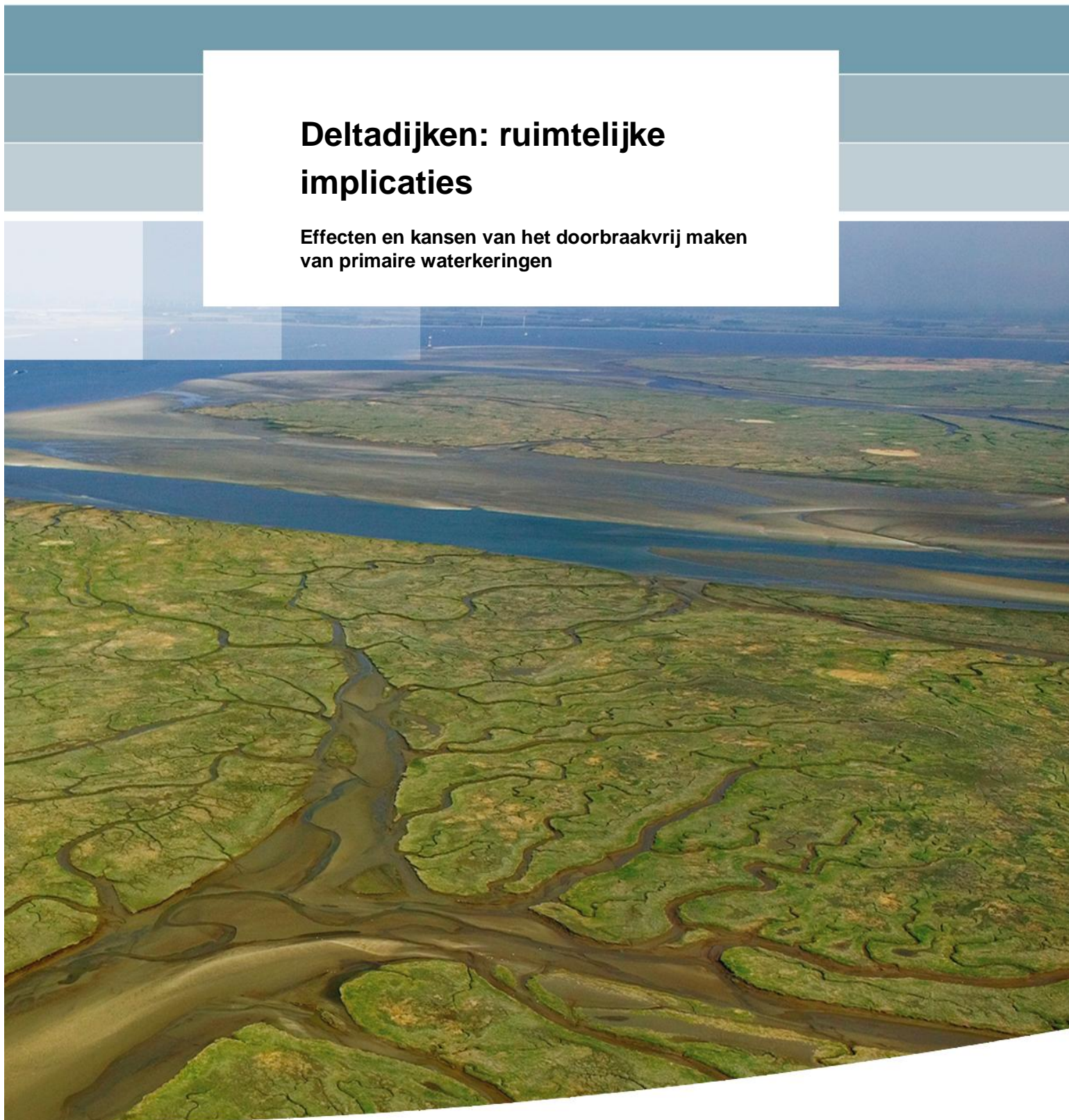


## **Deltadijken: ruimtelijke implicaties**

**Effecten en kansen van het doorbraakvrij maken  
van primaire waterkeringen**







## **Deltadijken: ruimtelijke implicaties**

**Effecten en kansen van het doorbraakvrij maken van primaire waterkeringen**

Frans Klijn  
Maaïke Bos

Met medewerking van:  
Lybrich van der Linden  
Otto Levelt  
Gerda Roeleveld

1201353-000



**Titel**  
Deltadijken: ruimtelijke implicaties

<b>Opdrachtgever</b> Ministerie van VROM	<b>Project</b> 1201353-000	<b>Kenmerk</b> 1201353-000-VEB-0007	<b>Pagina's</b> 104
---------------------------------------------	-------------------------------	----------------------------------------	------------------------

**Trefwoorden**  
deltadijk, doorbraakvrije dijk, waterveiligheid, multifunctioneel gebruik, ruimtelijke kwaliteit, ontwerpen



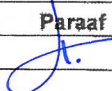
**Samenvatting**  
Dit rapport gaat over de ruimtelijke implicaties van deltdadijken. Deltadijken zijn dijken waarin geen bres ontstaat als er water overheen stroomt of er golven overheen slaan. Er ontstaat dan geen onbeheersbare overstroming maar veeleer forse wateroverlast. Naar verwachting zullen er nauwelijks slachtoffers vallen, en zal de schade veel beperkter zijn.

De doelstellingen van het onderzoek hadden betrekking op 1) het verkennen van de mogelijke verschijningsvormen van deltdadijken; 2) het inzicht geven in de ruimtelijke effecten van deltdadijken, 3) het inzicht geven in de kansen die deltdadijken bieden voor multifunctioneel gebruik en voor verbetering van de ruimtelijke kwaliteit. De laatste vraag werd vooral relevant geacht voor stedelijke situaties, waar het ruimtetekort het meest nijpend is.

Uit de verkenning is gebleken dat het ruimtebeslag van deltdadijken groot *kan* zijn, maar met gebruik van constructieve oplossingen ook beperkt kan worden. Het karakter van het landschap *kan* enorm worden aangetast, maar met goede ontwerpen kan het ook worden versterkt. Meervoudig ruimtegebruik is op deltdadijken goed *mogelijk*, maar in landelijk gebied zelden nodig en in stedelijk gebied al gemeengoed. De ruimtelijke kwaliteit *kan* worden vergroot, zowel in landelijk als stedelijk gebied, maar er is bepaald geen garantie dat die vanzelf tot stand komt.

Om te zorgen dat deltdadijken wel bijdragen aan een vergroting van de ruimtelijke kwaliteit, pleiten we voor borging van het plan- en ontwerpproces op een drietal punten: bij het vaststellen van de doelstelling, in de planvormingsprocedure en teamsamenstelling, en door collegiale toetsing. Voor de aanbevelingen wordt verwezen naar het slothoofdstuk, dat tevens een puntsgewijze samenvatting van de belangrijkste bevindingen bevat.

**Referenties**  
Waterveiligheid 21<sup>e</sup> eeuw, Verkenning deltdadijken  
Delta(deel)programma Waterveiligheid.  
Kennis voor Klimaat, Thema 1: *Climate-proof flood risk management*, werkpakket 6

Versie	Datum	Auteur	Paraaf	Review	Paraaf	Goedkeuring	Paraaf
	nov. 2010	Frans Klijn		Oswald Lagendijk		Henriette Otter	

**Status**  
definitief



## Inhoud

<b>1</b>	<b>Over dit rapport</b>	<b>1</b>
1.1	Achtergrond	1
1.2	Wat zijn deltadijken?	1
1.2.1	Soorten deltadijken	2
1.3	Doelstelling	4
1.4	Werkwijze	4
1.5	Opzet van het rapport	5
<b>2</b>	<b>Waarom streven naar deltadijken?</b>	<b>7</b>
2.1	Het tekortschieten van conventionele dijken	7
2.2	Van probleemidentificatie naar aanbeveling	7
2.3	Hoe van gewone dijken deltadijken te maken?	8
2.3.1	Technische vereisten en aanvullende eisen vanuit medegebruik	8
2.3.2	Grondlichamen versus constructieve aanpassingen	9
<b>3</b>	<b>Hoe groot is de opgave?</b>	<b>11</b>
3.1	Wat bepaalt de opgave?	11
3.2	Huidige toestand van de dijken	11
3.3	Risicovolle plekken	13
3.4	Conclusies over de opgave	14
<b>4</b>	<b>Inventarisatie: typologie en voorbeelden van deltadijkontwerpen</b>	<b>17</b>
4.1	Doel van de inventarisatie	17
4.2	Aanpak	17
4.3	Eerste resultaat van de inventarisatie: <i>longlist</i>	17
4.4	Vormen van dijkaanpassing: typologie van dwarsdoorsnedes	18
4.5	Voorbeelden van versterking binnendijks: taludaanpassing of berm	19
4.5.1	Voorbeeld: Rotterdam Stadionpark	20
4.6	Voorbeelden van versterking buitendijks: taludverflauwing of vooroever	21
4.6.1	Tiel Oost	21
4.7	Voorbeelden van versterking binnen- en buitendijks	22
4.7.1	Rotterdam Boompjes, variant Parkdijk	23
4.7.2	Colijnsplaat	24
4.8	Voorbeelden van brede waterkeringszones	25
4.8.1	Perkpolder	26
4.8.2	Hondsbossche en Pettemer Zeewering	28
4.9	Voorbeelden van gecamoufleerde dijken/ 'superdijken'	29
4.9.1	Rotterdam Boompjes, variant Sawapark	30
4.9.2	Scheveningen	31
4.9.3	Bypass Kampen	33
4.10	Voorbeelden van constructieve oplossingen	34
4.10.1	Rotterdam Brielselaan	35
4.11	Overzicht locaties van de verschillende voorbeelden	36
<b>5</b>	<b>Ruimtelijke effecten van deltadijken</b>	<b>37</b>
5.1	Aard van ruimtelijke effecten	37
5.2	Ruimtebeslag en conflicten om ruimte	38

5.2.1	Zee, meren en estuaria	39
5.2.2	Rivieren	41
5.3	Karakterverandering van het landelijk gebied	43
5.3.1	Noordzee- en Waddenkust, IJsselmeer en estuariumgebied	44
5.3.2	Rivierengebied	45
5.3.3	Slotsom voor het landelijk gebied: gevaar van nivellering	46
5.4	Stedelijk gebied	47
<b>6</b>	<b>Reflectie: kansen voor multifunctioneel gebruik en vergroting van de ruimtelijke kwaliteit</b>	<b>49</b>
6.1	Inleiding	49
6.2	Multifunctioneel gebruik	49
6.2.1	Landelijk gebied	50
6.2.2	Stedelijk gebied	52
6.3	Vergroten van de ruimtelijke kwaliteit	53
6.3.1	Landelijk gebied	54
6.3.2	Stedelijk gebied	56
6.4	Aanleiding tot geïntegreerde gebiedsontwikkeling met een deltadijk?	58
<b>7</b>	<b>Samenvatting van de bevindingen op hoofdlijnen</b>	<b>61</b>
7.1	Ter toelichting	61
7.2	Bevindingen	61
7.2.1	Over wat deltadijken zijn	61
7.2.2	Over wat er moet gebeuren om <i>alle</i> dijken doorbraakvrij te maken	61
7.2.3	Over waar dijken doorbraakvrij gemaakt zouden moeten worden	62
7.2.4	Over de ruimtelijke effecten van deltadijken	62
7.2.5	Over meervoudig ruimtegebruik	63
7.2.6	Over vergroting van ruimtelijke kwaliteit	64
7.3	Aanbevelingen uit de discussie met de ontwerpers	64
7.4	Borging ruimtelijke kwaliteit een proceskwestie?	65
7.5	Nawoord	66
<b>8</b>	<b>Literatuur en andere bronnen</b>	<b>67</b>
	<b>Bijlage(n)</b>	
<b>A</b>	<b>Overzicht van voorbeelden van deltadijken</b>	<b>A-1</b>
<b>B</b>	<b>Verslag ontwerpessie met bureaus</b>	<b>B-1</b>



# 1 Over dit rapport

## 1.1 Achtergrond

Dit rapport heeft betrekking op een deelproject binnen een breder, door de ministeries van V&W en VROM aan Deltares opgedragen onderzoek, de 'Verkenning deltadijken', waarin ook technische, juridische en andere aspecten worden onderzocht. In dit rapport staan de ruimtelijke aspecten van deltadijken centraal. Het rapport is opgesteld in opdracht van het ministerie van VROM.

Het onderzoek aan deltadijken is een vervolg op een eerdere studie die is gerapporteerd als 'De dijk van de toekomst? *Quick scan* Doorbraakvrije dijken' van Rijkswaterstaat Waterdienst en Deltares (Silva & Van Velzen, 2008). Voor die studie is een deelstudie uitgevoerd door H+N+S Landschapsarchitecten 'De doorbraakvrije dijk in het landschap, Verkenning'.

Het onderhavige onderzoek maakt tevens deel uit van het onderzoeksprogramma van Kennis voor Klimaat (thema 1: *Climate-proof Flood Risk Management*), in het bijzonder naar de invloed van nieuwe waterkeringen op ruimtelijke kwaliteit en de eisen vanuit ruimtelijke kwaliteit aan ontwerpen voor zulke waterkeringen.

## 1.2 Wat zijn deltadijken?

De term deltadijk wordt sinds kort gebruikt als aanduiding van dijken waarin geen bres zal ontstaan wanneer er water overheen stroomt of er golven overheen slaan, met als gevolg een onbeheersbare instroom van water. Op die eigenschappen hebben de beschouwingen betrekking van de 2<sup>e</sup> Deltacommissie (Commissie Veerman). Van de naam van die commissie is de term deltadijk<sup>1</sup> afgeleid, net als de termen Deltaprogramma, Deltacommissaris, etc. Deltadijken worden overwogen als vervanging van conventionele dijken, waarmee bedoeld zijn de dijken die fungeren als primaire waterkering *categorie a*, cf. de Waterwet. Dat zijn dijken die land beschermen tegen buitenwater (grote rivieren, grote meren, estuaria en zee).

In het Nationaal Waterplan (NWP, 2009) wordt onder een deltadijk verstaan: een dijk die niet doorbreekt als er onder extreme omstandigheden een beperkte hoeveelheid water overheen stroomt en die berekend is op de thans geschatte effecten van klimaatverandering tot 2100-2200. Deze omschrijving is voor meerdere interpretaties vatbaar en omvat verschillende eigenschappen van dijken: erosiebestendigheid, stabiliteit en hoogte.

Voor de eerste twee eigenschappen gebruikt het NWP de term 'doorbraakbestendig' (NWP, pag. 72), hetgeen we hier gelijk veronderstellen aan doorbraakvrij (Silva & Van Velzen, 2008).

---

1. In het verleden zijn dijken ook al aangeduid als deltadijken, namelijk als ze werden versterkt conform het advies van de 1e Deltacommissie (zeedijken), respectievelijk de commissies Becht en Boertien 1 en 2 (rivierdijken).

Een dijk is doorbraakvrij<sup>2</sup> als de dijk zo hoog, breed en sterk is dat onder extreme omstandigheden de kans op een doorbraak door overloop, golfoverslag, erosie van taluds, piping of binnenwaartse macro-instabiliteit<sup>3</sup> honderd keer kleiner is dan volgens de huidige normen (Silva & Van Velzen, 2008)<sup>4</sup>. In vergelijking met conventionele dijken zijn doorbraakvrije dijken er dus op berekend dat er onder extreme omstandigheden een beperkte hoeveelheid water over de dijk kan slaan of stromen zonder dat deze doorbreekt; voor zee-, estuarium- of meerdijken gaat het in de praktijk om maximaal 30 liter per seconde per meter en voor rivierdijken om maximaal 10 liter per seconde per meter. Om deze overslaggebieden te kunnen weerstaan moeten dijken een binnentalud met een sterke (gras-)bekleding<sup>5</sup> hebben en een helling die flauwer of gelijk is aan 1:3 (zee-, estuarium en meerdijken), of – met name in het benedenrivierengebied – versterkt zijn met een binnenberm of een damwand<sup>6</sup>.

Dit betekent dat een deltadijk in ieder geval **sterker** moet zijn dan nu vereist is bij conventionele dijken. In de praktijk zullen deltadijken ook vaak **breder** moeten zijn dan veel huidige dijken, omdat de taludhelling tenminste 1: 3 moet zijn en/of een binnen- of buitenberm nodig is.

In het NWP staat dat een deltadijk ook extra **hoog** kan zijn (NWP, 2008; blz. 72). Hoeveel hoger dan de huidige dijken valt niet te bepalen zolang er geen nieuwe normen en bijbehorende toets- en ontwerpcriteria zijn. En ook is het afhankelijk van verwachtingen (dan wel van daarop gebaseerde aannames) over de stijging van de waterstanden door klimaatverandering.

### 1.2.1 Soorten deltadijken

Deltadijken kunnen dus breder en/of hoger zijn dan conventionele dijken; tot veel breder toe. En deltadijken kunnen volgens het NWP geschikt (gemaakt) zijn voor multifunctioneel gebruik, maar dat is niet noodzakelijk. Daarom wordt hier onderscheid gemaakt in verschillende varianten, die door ons in dit rapport alle als deltadijk worden beschouwd.

- 
2. *Het concept van de doorbraakvrije dijk werd al in 1954 voor het eerst beschreven n.a.v. de watersnoodramp in 1953 en staat sinds de ramp in New Orleans in 2005 weer sterk in de belangstelling.*
  3. *In de Quick scan zijn faalmechanismen die samenhangen met het voorkomen van vreemde elementen (bijv. gebouwen, sluizen, e.d.) in en op de kering buiten beschouwing gelaten.*
  4. *De huidige norm wordt uitgedrukt in de gemiddelde overschrijdingskans per jaar; 1/100x deze overschrijdingskans wordt gelijkgesteld aan een doorbraakkans c.q. overstromingskans van praktisch nul (Quick scan pag. 21).*
  5. *Bij andere, sterkere bekledingen zijn hogere overslaggebieden mogelijk.*
  6. *Ruwweg gaat het in het bovenrivierengebied om een berm van 5 meter breed en 2 meter dik; in het westelijk deel van het bovenrivierengebied en in het benedenrivierengebied om een berm van 15 meter breed en 2 meter dik; bij 10% van de dijken in het benedenrivierengebied en de IJsseldelta is een berm nodig van 20 meter breed en 2 tot 3 meter dik (Quick scan, p.41 en 45)*

## Deltadijk

Een deltdijk is een dijk met de volgende technische kenmerken:

- de dijk bezwijkt niet als er water overheen slaat of loopt; bij een sterke (gras)bekleding gaat het om 10 l/s/m voor rivierdijken en 30 l/m/s voor zee-, meer- en estuariumdijken<sup>7</sup>;
- de kans op doorbreken van de dijk is 100 x kleiner dan de huidige beschermingsnorm;
- de dijk is veilig vanaf het moment van aanpassing tot 2100 en voldoet (dus) aan strengere dan de huidige normen<sup>8</sup>.

Een deltdijk kan meer functies vervullen dan alleen die van waterkering. Veel bestaande dijken doen dat ook al, omdat er vaak ontsluitingswegen, fietspaden of andere infrastructuur op liggen. Men kan echter ook denken aan deltdijken met meer intensieve vormen van medegebruik, waarbij op of in de dijk is gebouwd. Dat zou men met recht multifunctionele deltdijken kunnen noemen. Aan zo'n multifunctionele deltdijk worden aanvullende eisen gesteld door die andere gebruiksfuncties.

## Superdijk (*super levee*)

Deze term wordt gebruikt voor zeer brede dijken zoals die uit het buitenland bekend zijn. Uit Japan kennen we bijvoorbeeld superdijken die ook niet bezwijken door tsunami's of aardbevingen. Ze zijn zeer breed en hebben vaak een binnentalud flauwer of gelijk aan 1:30. Op deze dijken is vaak gebouwd.

De superdijk is te beschouwen als een heel brede variant van een multifunctionele deltdijk.

## Klimaatdijk

Geïnspireerd op deze superdijken wordt in Nederland recentelijk ook de term klimaatdijk<sup>9</sup> gebruikt (zie o.a. De Moel et al., 2010). Deze is gedefinieerd als een multifunctionele 'hoogwaterbeschermingszone' die blijvend veiligheid biedt, ook als het klimaat in de toekomst verder verandert (Verkenning Klimaatdijk, 2009).

In het rapport 'Verkenning Klimaatdijk' wordt veel nadruk gelegd op het *breder* zijn van klimaatdijken in vergelijking met conventionele dijken. Gesteld wordt dat de klimaatdijk door zijn breedte zelfs lager zou mogen zijn.

Omdat de klimaatdijk daarmee eveneens kan worden beschouwd als een brede variant van een deltdijk met multifunctioneel gebruik van het grondlichaam van de waterkering, zal de term klimaatdijk in dit rapport verder niet meer worden gebruikt.

---

7. zie noot 8

8. Hiervoor gaan we uit van invoering van de nieuwe normering in 2017 met 2050 als streefjaar waarin de dijken aan de nieuwe normering moeten voldoen; op dat moment moet de dijk nog voor een planperiode van 50 jaar vooruit veilig zijn (zie ook hoofdstuk 2).

9. Aan deze term kleven taalkundige bezwaren: waar een zeedijk de zee buiten houdt kan een klimaatdijk het klimaat niet buiten houden. Maar dat bezwaar geldt ook voor de term deltdijk.

## 1.3 Doelstelling

De doelstellingen van dit deelonderzoek zijn als volgt geformuleerd:

- 1 het verkennen van de mogelijke verschijningsvormen van deltadijken
- 2 het inzicht geven in de ruimtelijke effecten van deltadijken
- 3 het inzicht geven in de kansen die deltadijken bieden voor multifunctioneel gebruik en voor verbetering van de ruimtelijke kwaliteit.

Bij de laatste doelstelling ligt de meeste nadruk op situaties in stedelijk gebied, waar het ruimtetekort het nijpendst is.

## 1.4 Werkwijze

Als werkwijze is gekozen voor een uitgebreide bureaustudie, aangevuld met een ontwerpatelier waarin voor vier gebieden is geëxperimenteerd met het ontwerpen van deltadijken.

De bureaustudie omvatte een literatuurstudie en de bestudering van kaartmateriaal en heeft geresulteerd in een longlist van ruim 40 voorbeelden van dijkontwerpen die als 'deltadijk' kunnen worden opgevat. Deze voorbeelden zijn vervolgens geanalyseerd en geclassificeerd naar de vormaanpassing die nodig is om van een reguliere dijk een deltadijk te maken. Bijlage A geeft een overzicht van de voorbeelden, gesorteerd volgens deze typologie. Deze tabel is tevens gebruikt om conclusies te trekken over veel voorkomende functiecombinaties in, aan of op de deltadijken.

In een ontwerpatelier zijn met drie landschapsarchitectenbureaus schetsontwerpen gemaakt met deltadijken voor vier verschillendsoortige gebieden. Doel van dat ontwerpatelier was na te gaan of algemene richtinggevende uitspraken kunnen worden gedaan over hoe om te gaan met het ontwerpen van deltadijken in verschillende settings: stedelijk en landelijk gebied, met zee-, meer- en rivierdijken.

Mede op basis van de bureaustudie en de ervaringen in het ontwerpatelier<sup>10</sup> zijn vervolgens door de onderzoekers conclusies getrokken ten aanzien van de ruimtelijke effecten van deltadijken en de kansen die deltadijken bieden om de waterkeringsfunctie en (andere) gebruiksfuncties te combineren in multifunctionele ontwerpen die de ruimtelijke kwaliteit te vergroten.

---

10. Tijdens het werkatelier groeide het inzicht dat er in de praktijk weinig tot geen behoefte bestaat aan een verdere uitwerking van ontwerpprincipes noch aan een aanzet voor een 'Atlas deltadijken', zoals die ons oorspronkelijk voor ogen stond. In overeenstemming met dit voortschrijdend inzicht is in overleg met de opdrachtgever gekozen voor een iets andere ordening van de onderzoeksgegevens en is qua opzet van de rapportage afgestapt van het idee om uiteindelijk tot een atlas te komen. Wel is er in de rapportage veel plaats ingeruimd voor beeldmateriaal.

## 1.5 Opzet van het rapport

In hoofdstuk 2 wordt de achtergrond geschetst van de recente aandacht voor deltadijken, gevolgd door een korte beschouwing over de omvang van de beleidsopgave in hoofdstuk 3. Deze hoofdstukken schetsen de context.

Hoofdstuk 4 behandelt voorbeelden van ontwerpen voor deltadijken, geordend naar verschillende wijze van aanpassing: binnendijks, buitendijks, tweezijdig, enzovoorts. Dit hoofdstuk is vooral een illustratie van de grote aandacht waarin dijkontwerpen zich mogen verheugen en van de variatie aan mogelijke oplossingen die worden voorgesteld. Het hoofdstuk berust op een inventarisatie en heeft betrekking op de 1<sup>e</sup> doelstelling: verkenning van de mogelijke verschijningsvormen van deltadijken.

Hoofdstuk 5 gaat over de 2<sup>e</sup> doelstelling en betreft de mogelijke ruimtelijke effecten van deltadijken. Het gaat daarbij om ruimtebeslag en consequenties voor het landschapsbeeld.

In hoofdstuk 6 wordt de sombere bril verruild en wordt ingegaan op de kansen voor multifunctioneel gebruik van deltadijken en hun mogelijke bijdrage aan vergroting van de ruimtelijke kwaliteit van zowel landelijk als stedelijk gebied.

Hoofdstuk 7 vat puntsgewijs de hoofdzaken en bevindingen uit alle voorgaande hoofdstukken samen, zonder de bijbehorende achtergronden, illustraties, onderbouwing en argumentaties. Dit hoofdstuk wordt aanbevolen aan wie snel de kern tot zich wil nemen. Dit hoofdstuk geeft tevens aanbevelingen.



## 2 Waarom streven naar deltadijken?

### 2.1 Het tekortschieten van conventionele dijken

De huidige – conventionele – dijken zijn ontworpen om water te keren in overeenstemming met een in de Waterwet vastgesteld beschermingsniveau. Dat beschermingsniveau is uitgedrukt als een *overschrijdingskans* van extreme omstandigheden (hoge waterstanden en golven). De eisen waaraan de dijk vervolgens moet voldoen zijn vastgelegd in zogenaamde Leidraden. In deze leidraden staan richtlijnen voor het dijkontwerp en criteria voor de toetsing van bestaande dijken. De toetsingscriteria zijn bij ministeriële regeling vastgesteld.

De ontwerprichtlijnen zijn weliswaar niet bindend, maar omdat de toetsingscriteria kunnen leiden tot het afkeuren van een dijk, wordt gewoonlijk strak volgens die richtlijnen ontworpen en wordt vaak nog wat extra marge in acht genomen voor bodemdaling, zetting van het dijklichaam, etc.

Uit onderzoek blijkt nu dat de doorbraakkans van de huidige dijken soms kleiner en soms groter is dan de wettelijke beschermingsnormen. Dat komt deels doordat tegenwoordig rekening wordt gehouden met meer faalmechanismen, waaronder afschuiven, '*piping*', e.d., doordat de inzichten over de belangrijkheid daarvan steeds worden aangepast, en door nieuwe berekeningswijzen waarbij onzekerheden als kansverdelingen worden voorgesteld (zoals in het project Veiligheid Nederland in Kaart).

Sommige faalmechanismen kunnen leiden tot een plotseling en onbeheersbaar doorbreken van een dijk: er ontstaat een bres, die door uitschuring heel snel in omvang kan groeien. Dan is het proces van instromen onbeheersbaar geworden, is er geen tijd meer voor evacuatie en kunnen veel slachtoffers vallen. Om zulk onbeheersbaar dijkfalen te voorkomen wordt gepleit voor doorbraakvrije dijken (zie Silva & Van Velzen, 2008). In plaats van dat in korte tijd veel water een dijkkring instroomt, loopt of klotst een kleine hoeveelheid water over de dijk, waardoor de waterdiepte beperkt blijft en het overstroomde areaal veel kleiner blijft. Een rampzalige overstrooming wordt gereduceerd tot een geval van (flinke) wateroverlast.

### 2.2 Van probleemidentificatie naar aanbeveling

De Commissie Veerman (Deltacommissie, 2008) heeft een aantal strategische aanbevelingen gedaan voor de korte en middellange termijn, waaronder de aanbeveling om het veiligheidsniveau<sup>11</sup> van alle dijk(ring)en in Nederland met minimaal een factor 10 te verhogen. Dat betekent in de praktijk dat de **overstromingskans** wordt verkleind.

Voor gebieden waar ingeval van een dijkdoorbraak grote aantallen slachtoffers te verwachten zijn, acht de Commissie de kans groot dat bij de uitwerking van nieuwe veiligheidsnormen een nog hoger gewenst beschermingsniveau uit de bus komt. Voor zulke gebieden noemt de Commissie de deltadijk als een veelbelovend concept om de **blootstelling** (diepte en overstroomd areaal) te beperken en aldus de **gevolgen** van een overstrooming (vergelijk Klijn, 2007). Tenslotte wordt in het advies van de Commissie Veerman de superdijk voorgesteld als een ook voor Nederland mogelijk aantrekkelijk type waterkering voor (hoog)stedelijke gebieden.

11. Dit wordt gewoonlijk geïnterpreteerd als beschermingsniveau, dus met dijken.



In het NWP is als reactie op het advies van de 2<sup>e</sup> Deltacommissie een ‘Verkenning deltdijken’ aangekondigd. Dit rapport maakt deel uit van deze Verkenning. In het NWP worden multifunctionele deltdijken als interessante ontwikkeling genoemd, waarvan ruimtewinst en het vergroten van ruimtelijke kwaliteit wordt verwacht, en er wordt nogmaals gewezen op de ‘superdijk’ als mogelijk aantrekkelijk type waterkering voor (hoog)stedelijke gebieden. Dit rapport gaat dan ook in het bijzonder over die multifunctionele deltdijken, super of normaal.

## 2.3 Hoe van gewone dijken deltdijken te maken?

### 2.3.1 Technische vereisten en aanvullende eisen vanuit medegebruik

Hoe van conventionele dijken deltdijken gemaakt kunnen worden, hangt af van het programma van eisen. Dat omvat technische ontwerpeisen, zoals gespecificeerd in Leidraden van het ENW (voorheen de TAW). En het kan aanvullende eisen omvatten gericht op nevenfuncties, zoals voor wegen (breedte en overhoogte in relatie tot verwachte verkeersintensiteit en –zwaarte), bebouwing (uitzicht over water, parkeren in een droge garage onder dijkniveau), beplanting (wortelkruit buiten het technisch profiel houden in verband met mogelijk omwaaien), etc.

De technische ontwerpeisen veranderen steeds met het groeiend inzicht in de vele tegenwoordig onderscheiden faalmechanismen. Die technische eisen worden dus ook steeds aangepast. Op dit moment lijken deltdijken in ieder geval stabiel, soms breder, soms met een flauwer talud en soms van een berm voorzien te moeten worden. Ook worden soms extra eisen gesteld aan de bekleding. De technische ontwerpeisen leveren als het ware een minimumdwarsprofiel: het technisch profiel.

Aanvullende eisen vanuit andere gebruiksfuncties kunnen leiden tot de wens van de dijkbeheerder het dwarsprofiel (veel) ruimer te dimensioneren. Dat kan leiden tot deltdijken die veel breder zijn, met veel flauwere profielen, met veel bredere bermen binnen –of buitendijks. Dit levert allerlei varianten op tussen een eenvoudige multifunctionele deltdijk en een zeer brede superdijk.



### 2.3.2 Grondlichamen versus constructieve aanpassingen

Er kunnen twee oplossingsprincipes toegepast worden om dijken doorbraakvrij te maken, namelijk:

- een oplossing 'in grond', die uitgaat van het vergroten van het grondvolume van het bestaande dijklichaam of de aanleg van een extra dijklichaam op enige afstand; bij oplossingen in grond wordt voortgebouwd op de basisvorm, die soms hoger, maar in ieder geval breder wordt en daardoor beter bestand is tegen faalmechanismen die uiteindelijk tot een dijkdoorbraak kunnen leiden (met name opbarsten en *piping* en macro-instabiliteit)
- oplossingen waarbij er een constructie in of aan het dijklichaam wordt toegevoegd; deze oplossingen worden vaak toegepast bij *ruimtegebrek*, bijvoorbeeld in stedelijk gebied, bij lintbebouwing of om een bijzonder landschapselement te sparen (bijv. een wiel of strang in het riviereengebied).

Oplossingen in grond hebben meestal de voorkeur van de dijkbeheerder, omdat daarmee de grootste ervaring bestaat, en de bedrijfszekerheid gegarandeerd lijkt. Damwanden zouden in de loop der jaren buiten zicht kunnen roesten, maar grond wordt meestal alleen maar dichter gepakt en dus stabiel.





## 3 Hoe groot is de opgave?

### 3.1 Wat bepaalt de opgave?

Er kunnen twee belangrijke redenen zijn om tot de aanleg van deltadijken over te gaan: vanuit overstromingsrisicobeheersing, of vanuit ruimtelijke overwegingen.

De eerste reden is een technisch-inhoudelijke, met het oog op verkleining van de overstromingskans en/of beheersing van het overstromingsverloop. Als de dijk niet aan de huidige technische eisen voldoet kan worden besloten tot een 'veel betere' dijk. Dat kan als de dijk nu of in de nabije toekomst wordt 'afgetoetst'. In dit geval *moet* iets.

Het kan ook als uit onderzoek blijkt dat de overstromingsrisico's ter plaatse zo groot zijn dat het heel zinvol en effectief lijkt de dijk juist daar doorbraakvrij te maken. De Commissie Veerman geeft een min of meer concrete indicatie dat de aanleg van deltadijken het meest opportuun is voor die dijkringen waar de nieuw te ontwikkelen veiligheidsnormen met meer dan een factor 10 omhoog zouden moeten. Uit de voorlopige onderzoeksresultaten van WV21 lijkt dat slechts zelden het geval. Belangrijker is misschien dat in het onderzoek voor de nieuwe beschermingsnormen gedifferentieerd wordt naar dijkringdeel. Dat maakt het mogelijk de meest risicovolle plekken te identificeren (verg. De Bruijn & Klijn, 2009), waar doorbraakvrije dijken qua gevolgbeperking het meest effect sorteren (Klijn et al., 2010). In dit geval *kan* iets.

De tweede reden is een meer praktische. Als een gebiedsontwikkeling is voorgenomen, of dit nu in stedelijk of landelijk gebied is, waarin of waarnaast zich een waterkering bevindt, dan ligt het voor de hand te proberen aanpassing van de dijk te incorporeren in de planvorming. Dit om te voorkomen dat het waterschap – als dijkbeheerder – allerlei aanvullende of beperkende eisen gaat stellen die de planvorming frustreren, bijv. ten aanzien van toekomstige uitbreiding, onderhoud, bereikbaarheid, etc. Gezamenlijke planvorming ligt dan voor de hand. In dit geval is er *aanleiding*.

Op die tweede reden gaan we in hoofdstuk 6 in, want dat is slechts een aanleiding om tot deltadijken te komen. In dit hoofdstuk beperken we ons tot 1) de directe noodzaak om dijken aan te pakken die niet aan de huidige vereisten voldoen en tot 2) redenen van nut, namelijk waar het heel effectief is in termen van gevolgbeperking.

### 3.2 Huidige toestand van de dijken

Sinds in 1996 het toetsen van de dijken verplicht werd zijn er twee toetsrondes geweest. De maatregelen die naar aanleiding van de tweede toetsronde nodig bleken zijn nog in uitvoering: het Hoogwaterbeschermingsprogramma (HWBP). Dit omvat 69 dijkverbeteringsprojecten, waarvan er 33 zijn afgerond, 16 zich in de realisatiefase bevinden en 40 de planstudiefase nog moeten doorlopen.

De derde toetsronde – aan de hydraulische randvoorwaarden 2006 – loopt en wordt in 2011 afgesloten; over de uitkomst daarvan valt nog niet veel te zeggen.



Figuur 3.1 Locatie van de dijkverbeteringsprojecten in het kader van het Hoogwaterbeschermingsprogramma

Het is dus niet goed mogelijk om vast te stellen wat op dit moment de omvang is van de dijkverbeteringsopgave in de nabije toekomst.

In de Quick scan Doorbraakvrije dijken (Silva & Van Velzen, 2008) is daarentegen vastgesteld dat veel dijken in Nederland in de praktijk al doorbraakvrij zijn, of dat vóór 2015 zullen zijn als het Hoogwaterbeschermingsprogramma (HWBP) is afgerond.

Tabel 3.1 Benodigde aanpassing van dijken om ze doorbraakvrij te maken als percentage van de totale lengte (Silva & Van Velzen, 2008).

watersysteem	dijklengte (km)	verflauwen binnentalud (%)	verzwaren buitenbekleding (%)	dijkverhoging (%)	aanleg berm (%)	bekleden binnentalud (%)	damwand (%)
Noordzee, Waddenzee	330	10	50	-	-	-	-
estuaria	310	10	50	40	-	-	-
meren	460	10	50	-	-	-	-
benedenrivierengebied	590	25	-	-	100/10*	30	20
bovenrivierengebied	810	40	-	-	100/25*	25	15

\* stabiliteit/piping

Indicatie maatregelen voor doorbraakvrije dijken (percentage van dijklengte)

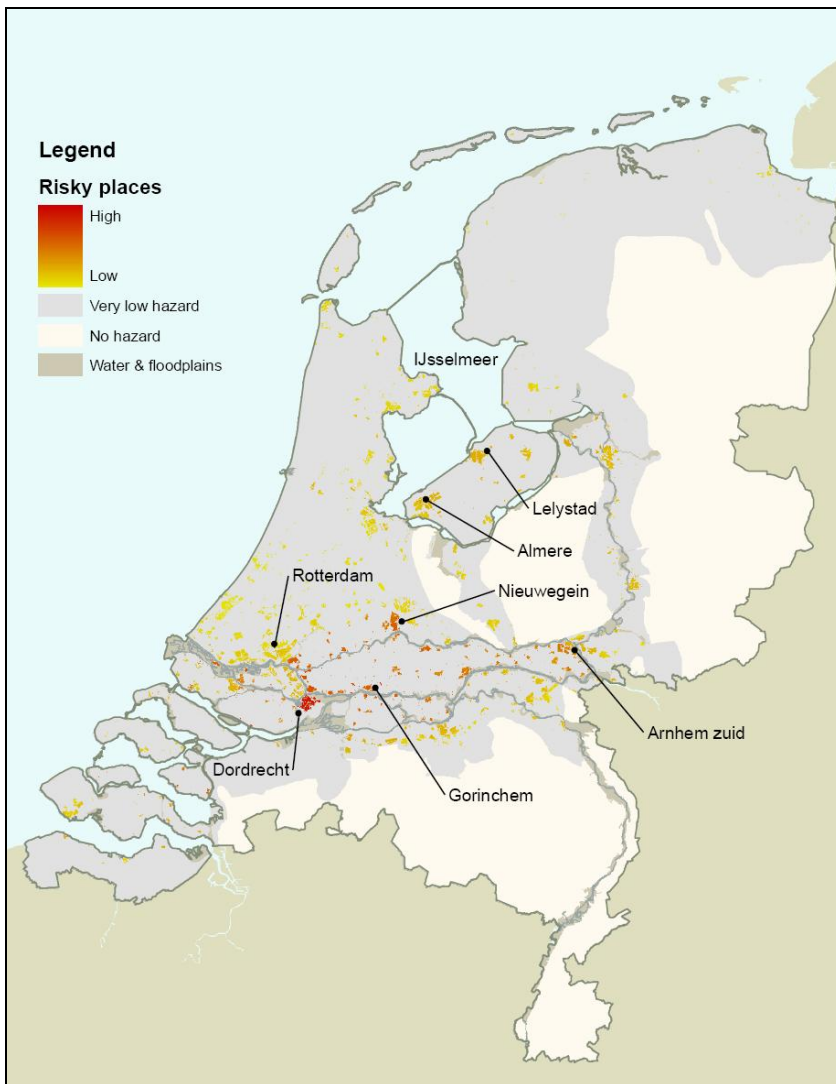
Ongeveer **de helft** van de zee-, estuarium- en meerdijken is doorbraakvrij volgens de huidige beschermingsnormen en bij de huidige hydraulische randvoorwaarden. Van de andere helft zou de buitenbekleding verzaamd moeten worden en van 10% zou tevens de helling van het binnentalud verflauwd moeten worden om ze doorbraakvrij te maken.

In het rivierengebied komen nog nauwelijks tot geen doorbraakvrije dijken voor. Daar zouden **vrijwel alle** dijken moeten worden voorzien van een binnenberm. Bovendien moet van veel rivierdijken het binnentalud worden verflauwd en de taludbekleding worden versterkt. Voor rivierdijken die in stedelijk gebied liggen wordt er in de *Quick scan* van uitgegaan dat er daar te weinig ruimte is voor deze laatste twee maatregelen en dat daar de toepassing van damwanden nodig is om deze doorbraakvrij te maken.

### 3.3 Risicovolle plekken

Risicovolle plekken zijn locaties met grote bevolkingsconcentraties nabij waterkeringen, waar de waarschuwingstijd relatief kort is en evacuatie relatief lastig (vergelijk De Bruijn, 2007; De Bruijn & Klijn, 2009; Figuur 3.2). Daar kunnen grote aantallen slachtoffers worden verwacht als de dijk plotseling zou bezwijken.

Door hier doorbraakvrije dijken toe te passen kunnen grote aantallen slachtoffers worden voorkomen, omdat het water zich aankondigt en er dan nog tijd is voor evacuatie (Klijn et al., 2010). De meeste risicovolle plekken worden langs de rivieren gevonden; daar ligt een grote opgave. Maar het doorbraakvrij maken van enkele tientallen tot ruim 100 km dijkvak langs de kust, estuaria en het IJsselmeer, bijvoorbeeld bij Den Helder, Harlingen, Vlissingen en Almere ligt ook in de rede.



Figuur 3.2 Risicovolle plekken, als combinatie van relatief gevaar (korte tijd, grote diepte) en relatieve kwetsbaarheid (bevolkingsconcentraties) (De Bruijn & Klijn, 2009).

### 3.4 Conclusies over de opgave

De precieze aard en omvang van de opgave voor deltadijken wordt onderzocht in de bredere Verkenning Deltadijken, waar dit deelonderzoek bij aansluit. Op de resultaten daarvan kan hier niet worden vooruitgelopen. Wel kan in kwalitatieve termen worden aangegeven wat de opgave ongeveer inhoudt.

Hieraan voorafgaand stellen we dat overstromingsrisicobeheersing het doorslaggevende argument moet zijn om de 'opgave' te benoemen. De mogelijkheid de ruimtelijke kwaliteit te vergroten door integrale gebiedsontwikkeling met gelijktijdige aanpak van de waterkering kan onzes inziens slechts als aanleiding worden beschouwd, niet als reden. Dat neemt niet weg dat vergroting van de ruimtelijke kwaliteit een zeer valide tweede doelstelling bij dijkaanpassing kan zijn.

Als risicobeheersing het doel is dat de opgave bepaalt, dan moet eerst de vraag worden gesteld: *willen we alle dijken in Nederland op termijn doorbraakvrij maken, of doen we dat alleen daar waar het de meeste zoden aan de dijk zet in termen van een forse risicoreductie?* In het laatste geval is de kaart van risicovolle plekken een goed hulpmiddel om die dijken te identificeren die de grootste baat voor het geld leveren. En uit de brede verkenning volgt vrij zeker een nadere specificatie van zo'n denklijn.

In het eerste geval kan daarentegen iedere kans worden aangegrepen om een dijk doorbraakvrij te maken, waar deze ook maar moet worden aangepakt omdat deze niet meer aan de technische eisen voldoet, c.q. wordt 'afgetoetst'. Dan ligt het voor de hand te beginnen met de dijken die de komende jaren toch al op de schop moeten. Of dat ook de huidige ca. 40 HWBP projecten zou moeten betreffen waarvoor de planstudie nog gestart moet worden valt te bezien, maar waarschijnlijk wel de dijken die in 2011 bij de derde toets niet blijken te voldoen.

Zo'n aanpak vraagt echter wel eerst een generieke beleidsuitspraak (dat we er op over gaan) – en misschien nieuwe ontwerprichtlijnen voor doorbraakvrije dijken. Beide vergen enige (lange?) voorbereidingstijd.

Als ook de normen voor hoogwaterbescherming (uit WV21, c.q. Deltaprogramma) zouden worden aangescherpt en/of de toetsingscriteria, dan zouden veel meer dijken kunnen worden 'afgetoetst' en in aanmerking komen voor het doorbraakvrij maken.

Ook bij een strategie waarbij deltadijken geleidelijk over het gehele land worden 'uitgerold', dus voor alle ca 3000 km primaire waterkeringen, kunnen de risicovolle plekken als hulpmiddel fungeren voor het vaststellen van de gewenste volgorde. Daar zal immers enige tijd overheen gaan.

Of het op korte termijn doorbraakvrij maken van alle dijken een kosten-effectieve beleidsstrategie is verdient nader onderzoek.





## 4 Inventarisatie: typologie en voorbeelden van deltadijkontwerpen

### 4.1 Doel van de inventarisatie

De bureaustudie behelsde onder meer een inventarisatie van ontwerpen van waterkeringen die als deltadijk zouden kunnen worden opgevat, met inbegrip van multifunctionele en/of extra brede dijkontwerpen. Deze inventarisatie is uitgevoerd om een beeld te krijgen van de in de praktijk te verwachten ruimtelijke effecten en van de al in de ontwerp- en uitvoeringspraktijk geïdentificeerde kansen voor meervoudig ruimtegebruik. Ook kan op basis van de ontwerpen een oordeel worden gevormd over de vraag of vergroting van de ruimtelijke kwaliteit mag worden verwacht.

### 4.2 Aanpak

Bij de inventarisatie van ontwerpvoorbeelden en praktijkinitiatieven is niet gestreefd naar volledigheid; alleen die voorbeelden zijn geselecteerd waarvan voldoende (kaart-)materiaal beschikbaar was. Ook dijkontwerpen die niet voor concrete situaties zijn gemaakt, maar de vorm hebben van dijk*concepten*, zijn opgenomen. Het gaat dan om generieke ontwerp oplossingen, die in dit rapport worden behandeld als waren het dijkontwerpen.

De gevonden voorbeelden zijn vervolgens gekarakteriseerd naar de volgende kenmerken:

- vorm van de waterkering (aanpassing ten opzichte van bestaande dijk: binnendijkse- versus buitendijkse- maatregelen; combinatie binnen- en buitendijkse maatregelen; constructieve oplossing; brede waterkeringszone; gecamoufleerde dijk; overig)
- type waterkering (zee-, meer-, estuarium-, of rivierdijk);
- ligging in type gebied (landelijk; stedelijk);
- status (niet gebiedsspecifiek concept; gebiedsspecifiek idee/plan; uitgevoerd ontwerp);
- aanleiding voor dijkontwerp (waterveiligheidsopgave; ruimtelijke opgave; combinatie van beide);
- gebruikssituatie (intensiteit ruimtegebruik; soort ruimtegebruik op, langs of in het dijklichaam; vorm in relatie tot gebruiksfunctie).

Een analyse van de voorbeelden naar deze kenmerken is vervolgens uitgemond in een typologie voor vormaanpassing die in paragraaf 4.4 wordt beschreven.

### 4.3 Eerste resultaat van de inventarisatie: *longlist*

De inventarisatie heeft geresulteerd in een longlist met ruim 40 voorbeelden van dijkontwerpen. Bijlage A geeft een overzicht met bij ieder voorbeeld een korte karakterisering.

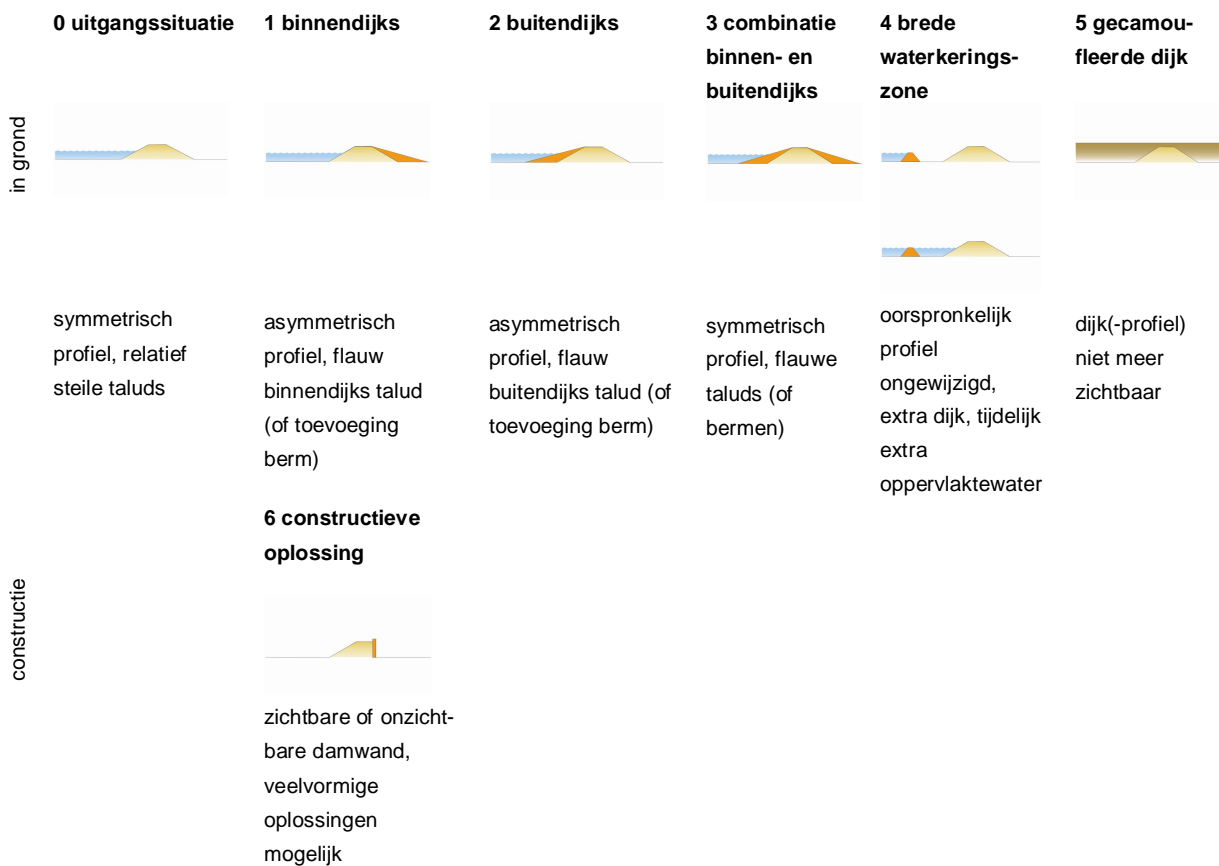
Een flink aantal voorbeelden betreft verschillende alternatieven voor eenzelfde lokatie, opgesteld in het kader van een MER-procedure (Hoorn-Edam, Hondsbossche & Pettemer Zeewering, Munnikenland). In totaal hebben de voorbeelden betrekking op 20 verschillende locaties in 17 gemeenten.

De meeste gevonden voorbeelden betreffen niet-uitgevoerde ontwerpen, soms nog in de fase van ideeën of inrichtingsprincipes die nog niet naar een specifieke ruimtelijke situatie zijn vertaald (bijv. de dijkconcepten die in het kader van WINN<sup>12</sup> zijn ontwikkeld) soms ook als tot op gedetailleerd inrichtingsniveau uitgewerkte ideeën (voorbeelden Rotterdam).

## 4.4 Vormen van dijkaanpassing: typologie van dwarsdoorsnedes

Er is gestreefd naar een handzame, op ruimtelijke vormgevingsprincipes gebaseerde typologie, waarmee voorbeelden van deltadijk-ontwerpen geïnclassificeerd en systematisch gepresenteerd kunnen worden.

Qua vormgeving zijn zes aanpassingstypen te onderscheiden:



De typen 1, 2, 3 en 6 kunnen gepaard gaan met verhoging van de oorspronkelijke dijk. Als de dijk verhoogd moet worden, zal meestal ook verbreding plaats moeten vinden als het talud niet steiler mag worden.

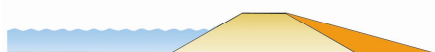
<sup>12</sup> Waterinnovatieprogramma van Rijkswaterstaat, afgekort: WINN; zoekt naar innovatieve oplossingen voor watervraagstukken van de toekomst

Bij de inventarisatie zijn nog andere – complexere – vormen aangetroffen: terrasdijk, terpendijk, overloopdijk, trapdijk, etc. Deze worden beschouwd als variaties op de hier onderscheiden 6 hoofdvormen.

In bijlage A zijn alle gevonden voorbeelden gesorteerd volgens deze typologie (Bijlage A, tabel A.2). Deze tabel is tevens gebruikt om conclusies te trekken over veel voorkomende functiecombinaties in, aan of op de deltadijken, zoals die aangetroffen worden in de voorbeelden.

Hieronder worden van de 6 vormtypen representatieve voorbeelden nader beschreven. Daarbij komen vormvariaties, de landschappelijke context en eventueel multifunctioneel gebruik aan de orde.

#### 4.5 Voorbeelden van versterking binnendijks: taludaanpassing of berm



Binnendijkse versterking om een dijk doorbraakvrij te maken kan de vorm hebben van:

- 1 een verflauwing van het binnentalud ( $< 1:3$ ),
  - 2 een verbreding van de hele dijk inclusief de kruin die bijvoorbeeld woningbouw op de dijk mogelijk maakt, of
  - 3 een berm tegen de binnenzijde, eventueel ook met woningbouw.
- Een binnendijkse versterking over grote breedte levert een superdijk.

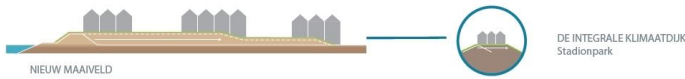
**Toepassing:** binnendijkse versterking is toepasbaar in zowel stedelijk als landelijk gebied. Een binnendijkse oplossing is compatibel met de wens om in het rivierengebied het doorstroomprofiel niet te verkleinen. Binnendijkse verzwaring stuit vaak op ruimtegebrek als er bebouwing langs de dijk aanwezig is. Daarmee is het vooral in stedelijk gebied vaak problematisch; het kan dan alleen wanneer er genoeg ruimte aanwezig is of beschikbaar komt door stadsvernieuwing.

**Medegebruik** op of aan de dijk wordt bepaald door de ligging in landelijk of stedelijk gebied, en het ruimtetekort. Voorbeelden uit Rotterdam laten zien hoe bebouwing (wonen en werken) en infrastructuur op of naast de dijk worden gepland. Recreatief medegebruik komt zowel in stedelijk als landelijk gebied op de dijken voor; in landelijk gebied gericht op fietsen en wandelen, in stedelijk gebied ook verblijfsrecreatie. Een bijzondere vorm van een binnendijkse oplossing met een breed scala aan functies is de superdijk uit Japan: de binnendijkse uitbreiding kan vele honderden meters beslaan.

**Voorbeelden** van binnendijkse versterking in stedelijk gebied zijn: de Nieuw Mathenessedijk en het Stadionpark in Rotterdam; in landelijk gebied de Hondsbossche en Pettemer Zeewering en drie generieke vormconcepten: Terrasstad, Terpendijk en Overloopdijk.

## 4.5.1 Voorbeeld: Rotterdam Stadionpark

TYPE

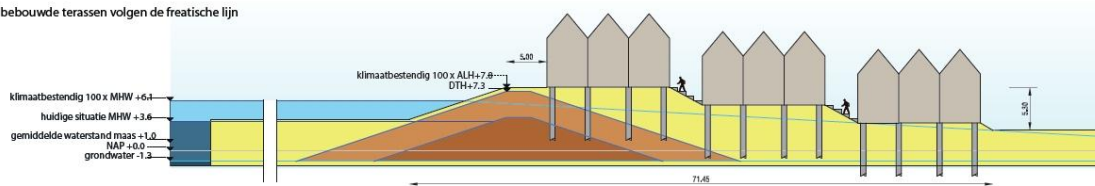


### STADIONPARK: BEBOUWINGSOPTIES VAN DE KLIMAATDIJK



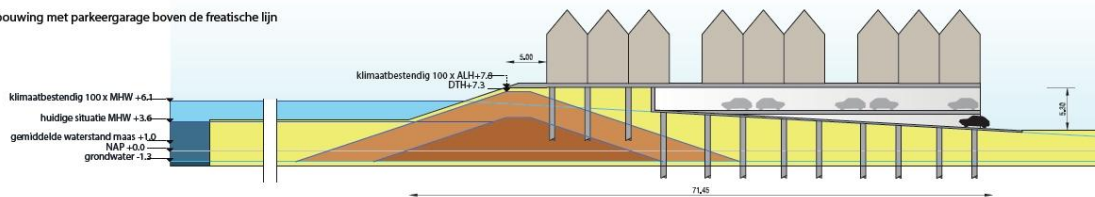
HET GETRAPTE MAAVELD: WONEN EN WERKEN OP DE TERRASSEN VAN DE KLIMAATDIJK

bebouwde terrassen volgen de freatische lijn



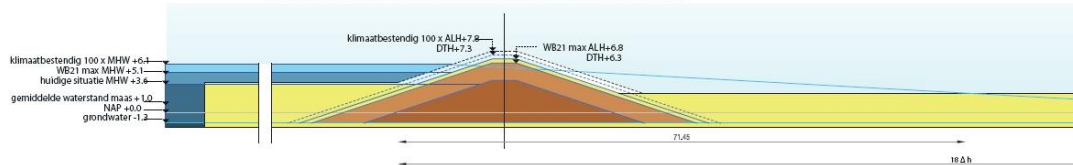
HET VERHOOGDE MAAVELD: PARKEREN OP DE KLIMAATDIJK, WONEN EN WERKEN ERBOVEN

bebouwing met parkeergarage boven de freatische lijn



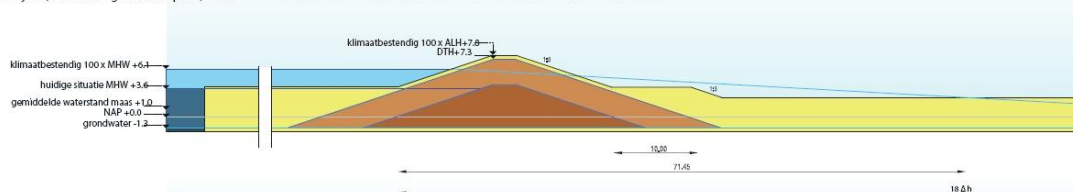
### STADIONPARK: VAN REGULIERE DIJK NAAR KLIMAATDIJK

KLIMAATSCENARIO'S OVER DE BESTAANDE DIJK GEPROJECTEERD



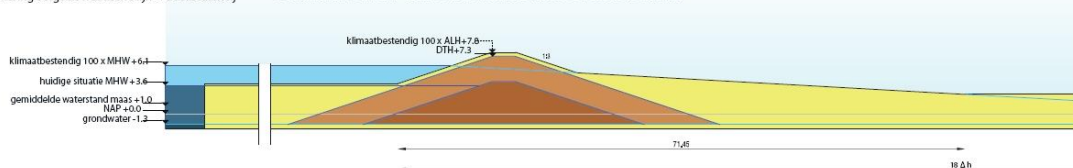
freatische lijn = (18 x MHW - grondwaterpeil) 133m

UITBREIDING VAN DIJK LOST HET PROBLEEM VAN PIPING NIET OP



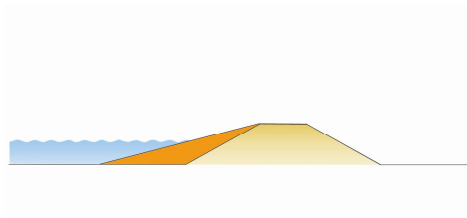
waterkering volgt de freatische lijn = doorbraakvrij

DE MINIMALE MAAT VAN EEN KLIMAATDIJK VOOR STADIONPARK



Figuur 4.1 Voorbeeld van een ontwerp voor Stadionpark (Innovatieve dijkconcepten voor vier studielocaties in Rotterdam, de Urbanisten)

#### 4.6 Voorbeelden van versterking buitendijks: taludverflauwing of vooroever



Van buitendijkse vormoplossingen zijn de volgende voorbeelden gevonden:

- 1 Verbreding van de dijk aan de buitenzijde met schuin talud
- 2 Verbreding en terrassering, met overgangen die variëren tussen de verschillende terrassen van recht met een keermuur, tot schuine taluds.

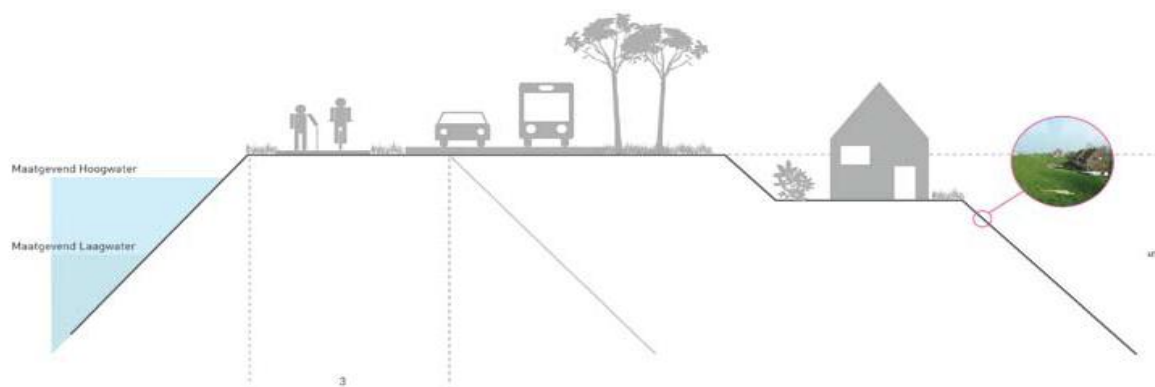
De gevonden buitendijkse voorbeelden komen vooral uit landelijk gebied.

**Toepassing:** buitendijkse versterking mag overal toegepast worden waar geen eisen worden gesteld aan de doorstroomcapaciteit; dat is vrijwel overal behalve in het (boven)rivierengebied. De gevonden praktijkvoorbeelden hebben dan ook vooral betrekking op zee- en meerdijken. Bij buitendijkse versterking is het ruimtebeslag minder vaak problematisch is omdat bebouwing meestal binnendijks staat en landbouw- en natuurbestemmingen tegen geringere kosten kunnen worden aangepast; wel zijn er soms wettelijke belemmeringen (NB-wet, Vogel- en Habitatrichtlijn).

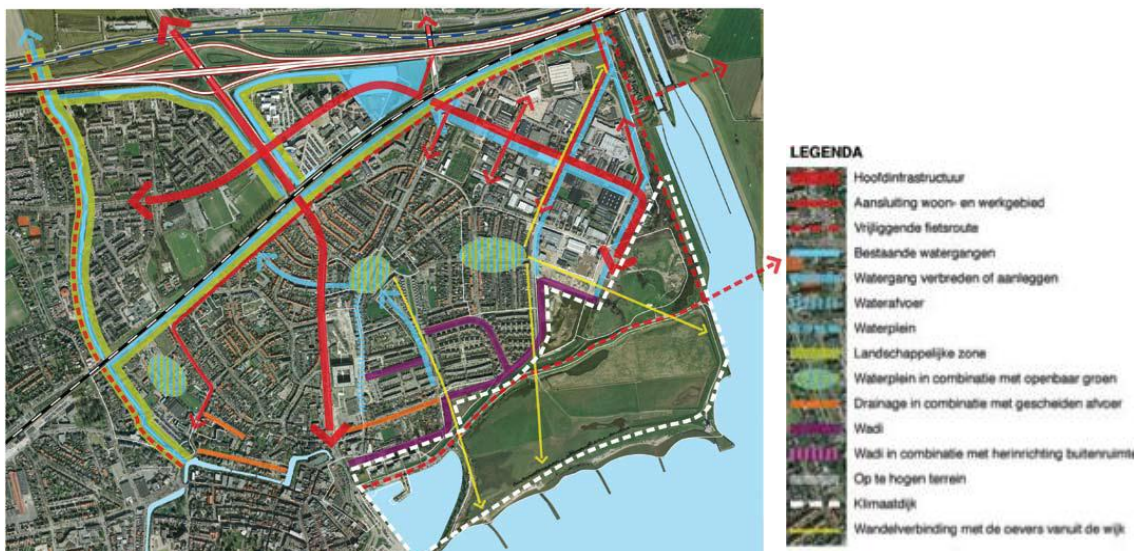
**Medegebruik** is vaak afgestemd op wisselende waterstanden, zeker in geval van terrassen die kunnen overstromen. Het gaat vaak om natuur, extensieve recreatie en productielandbouw. Indien er in ontwerpen bebouwing wordt voorgesteld, is het onderste deel van de bebouwing bestand tegen water.

**Voorbeelden** van buitendijkse versterking zijn gevonden betreffende Tiel-Oost in stedelijk gebied, en dijkversterking Hoorn-Edam in landelijk gebied.

##### 4.6.1 Tiel Oost



Figuur 4.2 Een voorstel voor Tiel met toepassing van het vormconcept 'terpendijk' (Grontmij).

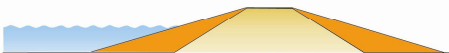


Figuur 4.3 Lokatievoorstel voor een klimaatdijk van het 'type terpendijk' in plangebied Tiel-Oost (Gemeente Tiel, 2008)

Tiel Oost ligt tussen de stadsrand en de rivier. De aanleiding voor de planvorming voor Tiel-Oost vormde het woningtekort in de gemeente Tiel en de grondwateroverlast in het plangebied. Er is gezocht naar een oplossing voor 1) de ruimtelijke ontwikkeling van Tiel Oost, 2) de grondwaterproblematiek en 3) het realiseren van natuur- en recreatiedoelstellingen.

Het voorstel gaat uit van een enorme verbreding van de Echteldse dijk, die aldus doorbraakvrij wordt. Aan de binnenzijde van de dijk is ruimte gedacht voor woningbouw. Aan de buitenzijde ontstaan kansen voor een park/ openbare ruimte op de dijk met uitzicht op de stad en de rivier. Dit is vooral voor de lokale bevolking van belang.

#### 4.7 Voorbeelden van versterking binnen- en buitendijks



Bij versterking aan beide zijden kunnen alle vormen die bij binnen- of buitendijkse versterking zijn genoemd, worden toegepast. Hier zijn de mogelijkheden voor vormvariatie het grootst. Dit betekent flauwe taluds, bermen, meerdere terrassen – al dan niet met een rechte of schuine afwerking –, trapvormen of een combinatie van een schuin talud met een rechte keermuur (constructieve oplossing). In een stedelijke situatie over grote lengte kunnen verschillende dwarsprofielen naast elkaar worden toegepast.

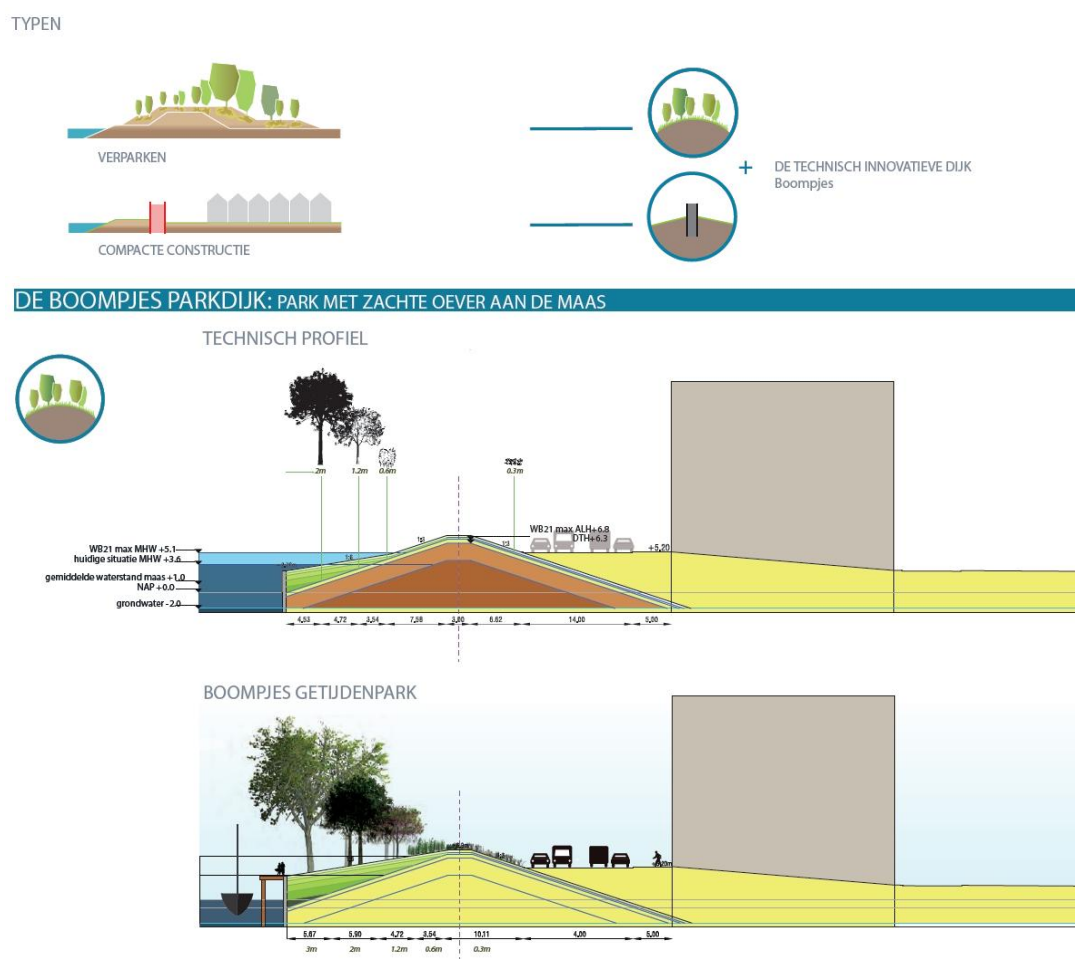
Bij overdimensionering van een dijk ontstaat er ruimte voor beplanting en parken; bij een eventuele ontworteling van een boom tast het ontstane gat de sterkte van de dijk niet aan.

**Toepassing:** tweezijdige versterking betekent vaak hogere aanlegkosten en soms extra ruimtebeslag. Er zijn dan ook relatief weinig praktijkvoorbeelden gevonden, maar vooral vormconcepten (ideeën voor toepassing). Net als voor buitendijkse versterking geldt dat de combinatie van binnen- en buitendijkse versterking zelden wordt gevonden langs de grote rivieren, omdat de doorstroomcapaciteit niet mag worden verkleind. Een uitzondering kan worden gemaakt als de dijk tevens wordt verlegd (bijvoorbeeld Munnikenland).

**Medegebruik** is mogelijk op en aan weerszijden van de dijk: buitendijks natuur, recreatie en zilte landbouw; binnendijks infrastructuur, wonen, landbouw en recreatie; en op de dijk infrastructuur.

**Voorbeelden** van tweezijdige versterking zijn Rotterdam Boompjes (variant Parkdijk), Colijnsplaat, Yerseke, verschillende MER-alternatieven voor Hoorn-Edam, het voorstel voor de verlegde dijk in het Munnikenland, en het idee voor een Dijkstad (vormconcept) bij Den Helder.

## 4.7.1 Rotterdam Boompjes, variant Parkdijk



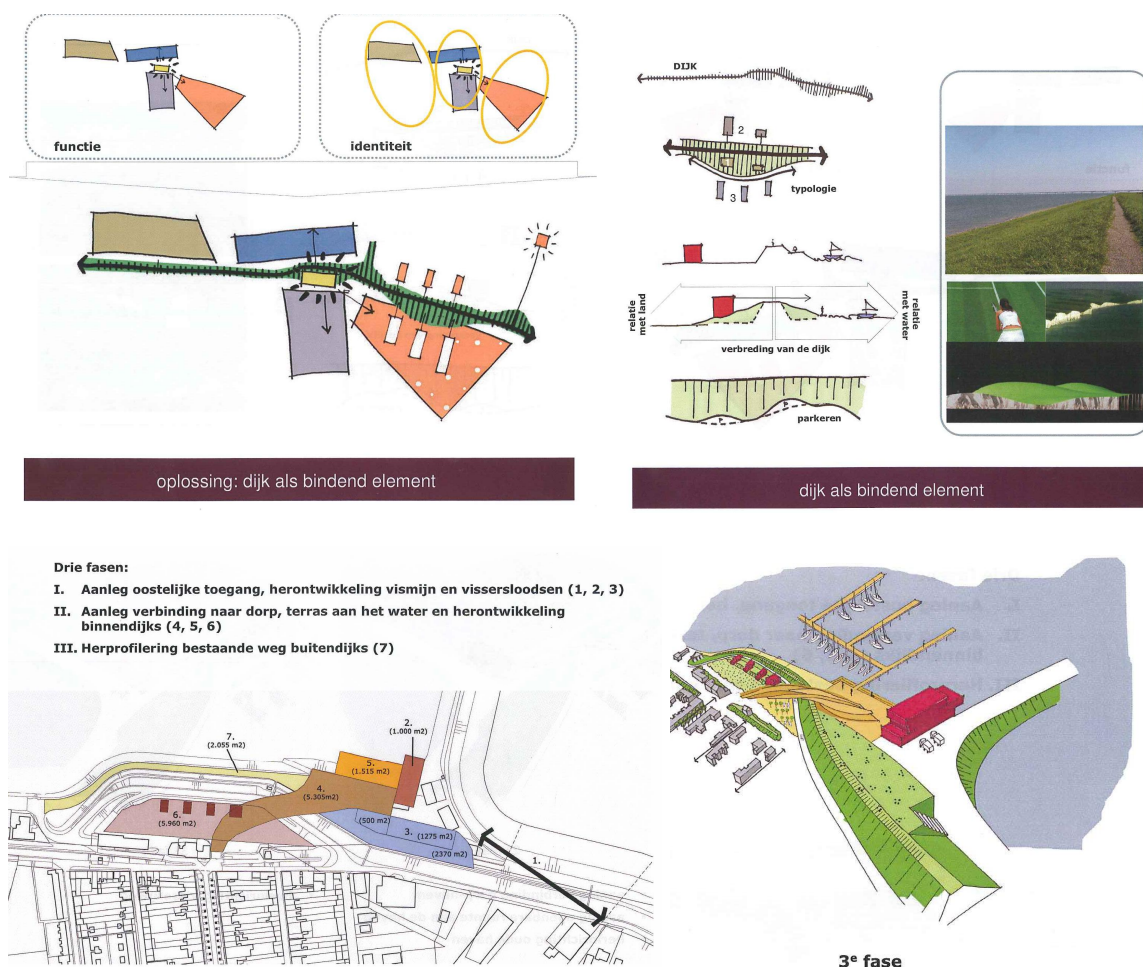
Figuur 4.4 Voorbeeld van een ontwerp voor De Boompjes, variant Parkdijk (Innovatieve dijkconcepten voor vier studielocaties in Rotterdam, de Urbanisten)

De Boompjes is één van de vier casestudies, waarvoor in het kader van Kennis voor Klimaat 'Innovatieve Dijkconcepten' voorbeeldontwerpen zijn gemaakt. De Boompjes is de primaire waterkering, die de vorm heeft van een uitgestrekte kade die loopt van de Erasmusbrug tot aan de Willemsbrug. Rond 1900 was de Boompjes een zeer aantrekkelijke plek om te wonen, werken en recreëren. Door de tijd heen is het een bedrijvige plek geworden met hoogbouw; van het oorspronkelijke beeld is weinig meer over.

De aanleiding voor dijk aanpassing ligt hier in de wens tot stedelijke herstructurering, waarbij de vraag is gesteld of, en zo ja hoe, bij stedelijke herstructureringsopgaven de dijk alvast doorbraakvrij kan worden gemaakt.

Omdat Rotterdam een zeer stedelijk gebied is, is de beschikbare grond schaars en enkelvoudig ruimtegebruik voor een waterkering ongewenst. Het voorstel betreft dan ook een dijk die ook woningbouw, infrastructuur en openbare voorzieningen moet kunnen dragen. Van oudsher staat de Boompjes bekend als een boomrijke flaneerboulevard. In verscheidene varianten is daarom gezocht naar het combineren met recreatievoorzieningen. In de variant 'Getijdenpark' krijgen de bomen weer een prominente plek op de boulevard en wordt er een vloeiende overgang tussen water en land gecreëerd.

## 4.7.2 Colijnsplaat



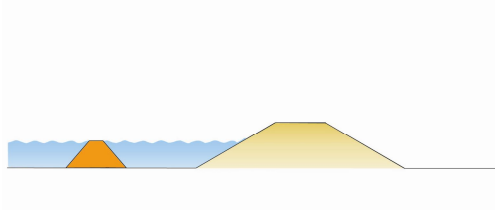
Figuur 4.5 Enkele ontwerpschetsen voor Colijnsplaat, waarbij de dijk tweezijdig wordt verzaaid en de samenhang binnen- buitendijks wordt versterkt. (RDH Architecten, 2009).



De ontwerpstudie Colijnsplaat is op initiatief van de Gemeente Noord-Beveland uitgevoerd in samenwerking met het platform Klimaatdijk. Colijnsplaat is een landelijke gemeente, waar de wens leefde te komen tot een ruimtelijke visie. Het dorp Colijnsplaat ligt aan de Oosterscheldedijk die langs een door landbouw gedomineerd gebied loopt.

Tot het programma van eisen voor de visie behoorden: verbetering van de buitendijkse havenvoorziening; het creëren van verblijfsruimte voor recreëren aan het water; en versterking van de identiteit van Colijnsplaat door het dorp meer met het water te verbinden. Deze verbinding wordt tot stand gebracht door herinrichting van het oude haventerrein en verbetering van de bereikbaarheid daarvan vanuit het dorp.

#### 4.8 Voorbeelden van brede waterkeringszones



Van een brede waterkeringszone kan men spreken bij:

- 1 twee of meer parallelle dijken (vergelijk het principe van een waker- dromer en slaperdijk),
- 2 een lage kade voor een hoge banddijk (zomer- en winterdijken langs het IJsselmeer), of
- 3 kunstmatige of natuurlijke (strand, kwelders) golfbrekers voor een dijk.

**Toepassing:** de omvorming van een gewone dijk naar een brede waterkeringszone is mogelijk wanneer het ongewenst is een bestaande dijk aan te passen uit technische of landschappelijke overwegingen en er genoeg ruimte in hetzij het achterland hetzij het voorland beschikbaar is. Deze aanpassing komt dan ook vrijwel nooit in stedelijk gebied voor. Brede waterkeringszones zijn als concept (triple-dijk) geopperd voor plaatsen waar een tweede of derde dijk gecombineerd kan worden met een geluidswal of snelweg, of waar een tweede dijk landinwaarts kan worden gelegd; zo ontstaat een inlaag (bekend van Schouwen-Duiveland, waar de buitendijk vaak werd bedreigd door dijkval). Voor het IJsselmeer en Markermeer is wel gesuggereerd golfbrekers – al dan niet met slib opgevuld tot ‘voorland’ en/of met waterrietvelden – voor de dijk aan te leggen om de golfaanval op de dijk te verkleinen en dijkverzwaring onnodig te maken (Klijn et al., 2006).

Bij deze aanpassing zijn er vooral kansen voor **medegebruik** in het gebied tussen de ruimtelijk gescheiden onderdelen van de waterkeringszone; door de kans op overstromingen moeten de functies hierop afgestemd zijn. In de praktijkvoorbeelden komen natuur, recreatie, bebouwing en landbouw veel voor als nevenfuncties.

**Voorbeelden** van ontwerpen voor brede waterkeringszones in landelijk gebied zijn Perkpolder, Hondsbossche en Pettemer Zeewering (MER voorkeursalternatief), Wieringerrandmeer, en de vormconcepten Zeestad en Tripleddijk.

## 4.8.1 Perkpolder



Figuur 4.6 Projectgebied Perkpolder met planonderdelen (Houtekamer, 2007; Perkpolder., 2008).

Perkpolder was tot enkele jaren geleden een veerhaven aan de Westerschelde. Na de aanleg van de Westerscheldetunnel is het veer uit de vaart genomen. Het initiatief Perkpolder betreft een integrale gebiedsontwikkeling waarin woningbouw, buitendijkse natuur en recreatie moeten zorgen voor een economische impuls in de gemeente Hulst.

In het plan zijn drie innovaties opgenomen die het kustgebied op lange termijn veiliger en aantrekkelijker moeten maken om in te wonen, te ondernemen en te recreëren. Deze innovaties zijn ontwikkeld binnen het Europese project ComCoast; het project is tevens een van de voorbeeldprojecten in het kader van het Kennisprogramma Klimaatdijk.

De waterkeringszone bestaat uit een oude zeedijk en een nieuwe dijk. De oude dijk fungeert als golfbreker voor de nieuwe zeedijk die meer landinwaarts komt te liggen. De zone tussen de oude zeedijk en de nieuwe mag overstromen; daartoe is er een opening in de oude dijk gemaakt. Hierdoor zal opslibbing plaatsvinden. De nieuwe dijk kan in de toekomst nog overslagbestendig worden gemaakt; de polder gaat dan als deel van de waterkeringszone fungeren. Overslaand water bij een storm zal de veiligheid dan niet in gevaar brengen..

De dimensionering van de twee dijken die samen de nieuwe waterkeringzone moeten vormen is allereerst gebaseerd op standzekerheid. Multifunctionaliteit wordt gezocht in het gebied tussen de twee dijken en in het buitendijkse gebied. Leidend voor de inrichting en het ontwerp van het gebied is de natuurlijke dynamiek: overstromingen zijn toegestaan en bieden kansen voor recreatieve ontwikkelingen in een hoogwaardig natuurgebied (gekenmerkt door schor- en sliknatuur).

In het ontwerp worden de volgende elementen gerealiseerd om de polder klimaatbestendig te maken:

Het voormalige veerplein wordt verder opgehoogd tot een megaterp op dijkhoogte. Hierop komt een nieuw dorpje met wijds uitzicht over de Westerschelde.

Het natuurgebied tussen de oude en de nieuwe dijk groeit door de dagelijkse aanvoer van slib uit de Westerschelde mee met de zeespiegel. Daardoor ontstaat een schor dat golven kan dempen.

In de polder ten westen van de voormalige veerhaven worden de woningen op terpen gebouwd.

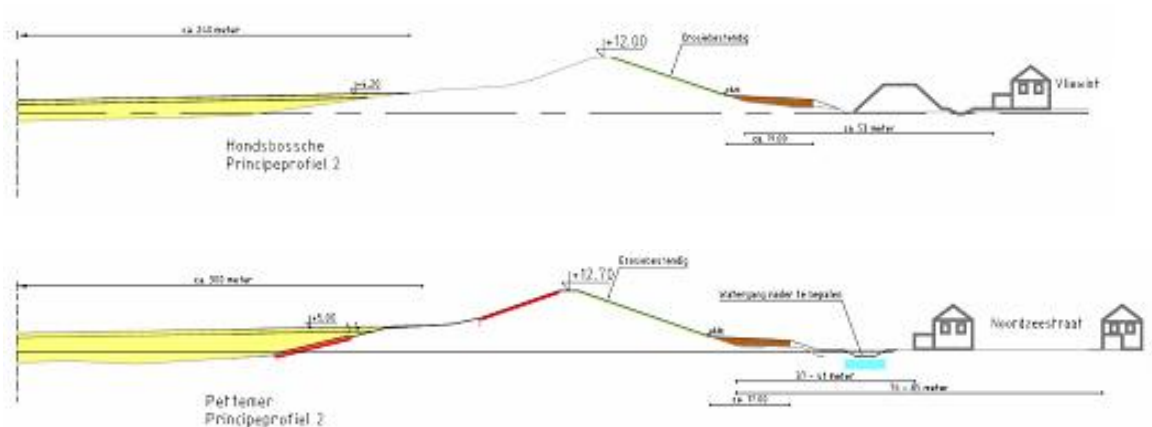


Figuur 4.7 Overzichtskartaal plangebied Perkpolder (Houtekamer, 2007; Grontmij, 2007)

## 4.8.2 Hondsbossche en Pettemer Zeewering



**Figuur 4.8** *Artist impression van de met een zandsuppletie verbrede en versterkte Hondsbossche zeewering (uit Factsheet Kust op Kracht, 2009)*



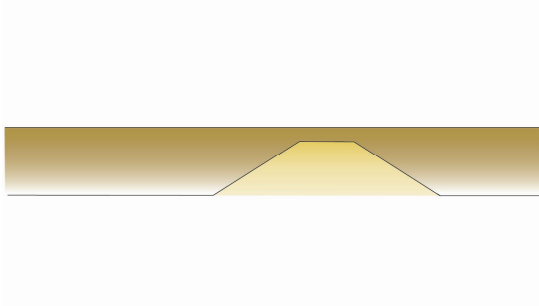
**Figuur 4.9** *Dwarsprofielen van de zandige vooroever en dijkversterking (aanpassen bekleding) op 2 plaatsen (uit Startnotitie dijkversterking Zwakke schakel Hondsbossche en Pettemer Zeewering, 2008)*

De Hondsbossche en Pettemer Zeewering voldoet op korter termijn niet meer aan de norm. Dit stuk zeewering is dan ook geïdentificeerd als één van de acht prioritaire Zwakke schakels in de kust. Behalve versterking van de dijk, wordt ook gestreefd naar het geven van een impuls aan de ruimtelijke kwaliteit van het gebied. De kering grenst aan Natura 2000-gebieden en aan landbouwgebied, met in het noorden het dorp Petten.

Het voorkeursalternatief omvat een versterking in zand aan de buitenzijde van de dijk. Aan de teen zal door middel van zandsuppleties een buffer van zand worden opgespoten. Deze strandbuffer varieert van 300 tot 240 m breed. Daardoor hoeft de bestaande harde wering niet te worden verhoogd, maar wel wordt het binnentalud erosiebestendig gemaakt en van een stabiliteitsberm voorzien. Een en ander resulteert in een brede waterkeringszone die als geheel voldoet aan de normen.

Er worden kansen voor medegebruik gezien voor natuur en recreatie, vooral in de vorm van recreatieve routes. Door het versterken van de identiteit van de kust is een belangrijk speerpunt (natuur, cultuurhistorie, etc.).

#### 4.9 Voorbeelden van gecamoufleerde dijken/ 'superdijken'



Bij een gecamoufleerde dijk is de dijk niet of slecht als afzonderlijk landschapselement herkenbaar. Dit komt doordat de waterkering (het 'technisch profiel') letterlijk onder de straat ligt en diverse gebruiksfuncties het talud, de taludhellingen en hoogteverschillen verdoezelen. Gecamoufleerde dijken komen vooral voor in stedelijk gebied. Indien er aan weerszijden van een gecamoufleerde dijk bebouwing ligt, betekent dit dat een deel van de bebouwing formeel buitendijks ligt. Als dat gedeelte sterk genoeg is kan er voor worden gekozen de precieze locatie van de (nieuwe) waterkering op te schuiven.

Een bijzondere vorm van een gecamoufleerde dijk is een boulevard. Een stedelijke boulevard is alleen aan de waterkant als waterkering herkenbaar.

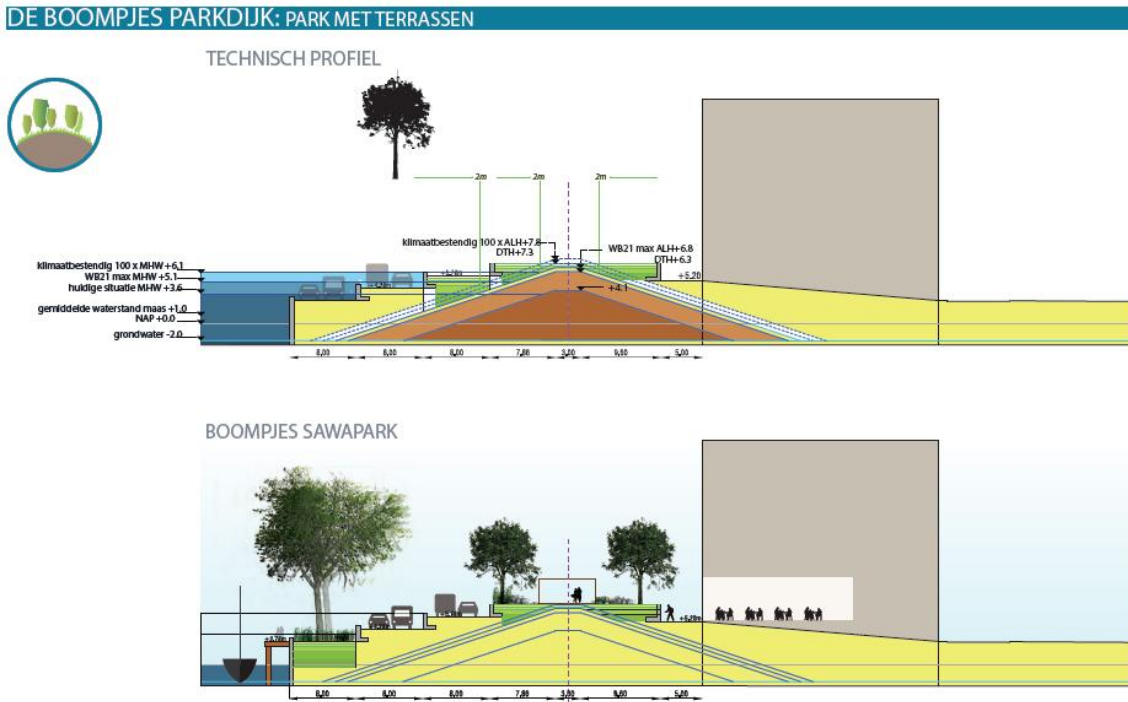
Tenslotte kunnen dijken gecamoufleerd worden (of raken) door ze in duinen in te pakken of wanneer de wind zand afzet op de dijk.

**Toepassing:** gecamoufleerde dijken worden vooral toegepast in stedelijk gebied, waar ruimtegebrek is of de stad en waterkering in samenhang zijn gegroeid. In de duinen is er vaak alleen behoefte aan een "dijk in duin" als er bebouwing op of nabij de zee moet worden beschermd. De beschikbare ruimte (vaak de boulevard) staat duinvorming daar soms in de weg, waar in landelijk gebied wel enige duinafslag kan worden geaccepteerd en voor zandsuppletie en duinbeheer worden gekozen.

**Medegebruik** omvat vooral infrastructuur, wonen en werken, recreatie en cultuurhistorie.

**Voorbeelden** van gecamoufleerde dijken in stedelijk gebied zijn: Rotterdam Boompjes (variant Sawapark), één van de twee alternatieven voor de Nieuw Mathenessedijk, eveneens in Rotterdam; de boulevards van Noordwijk, Scheveningen en Vlissingen; en een stuk gecamoufleerde dijk met bebouwing langs de Kampense by-pass aan de stadszijde. Een voorbeeld uit landelijk gebied is het ontwerp voor het Zwin.

## 4.9.1 Rotterdam Boompjes, variant Sawapark



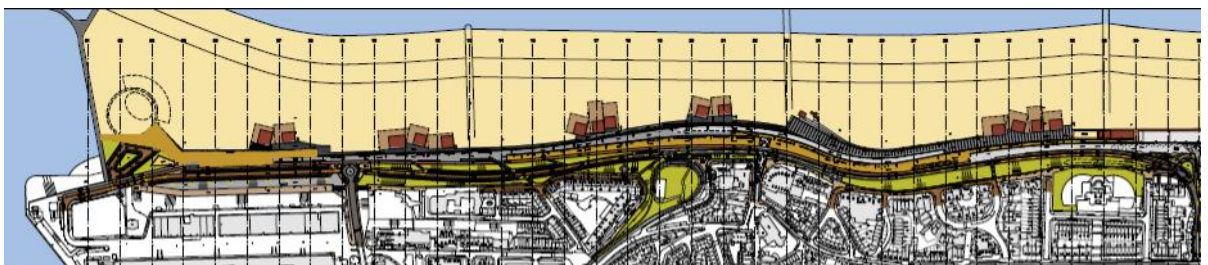
Figuur 4.10 Ontwerp voor De Boompjes met veel nevenfuncties en boulevard, waar het dijklichaam niet meer als dijk herkenbaar is (Innovatieve dijkconcepten voor vier studielocaties in Rotterdam, de Urbanisten)

De context van deze variant is reeds beschreven in paragraaf 4.7.1: Rotterdam Boompjes, Parkdijk. Waar bij de Parkdijk het dijktafbeelding nog herkenbaar is, is dat bij de variant Sawapark niet het geval. De bebouwing aan de binnendijkse kant heeft een sterke relatie met de buitendijks gelocaliseerde infrastructuur, waardoor het geheel een minder natuurlijke uitstraling heeft dan de Parkdijkvariant.

#### 4.9.2 Scheveningen



Figuur 4.11 Opbouw van de waterkeringszone in Scheveningen in huidige toestand, waar de ligging van de waterkering niet herkenbaar is (Arcadis-Alkyon, (2005).



Figuur 4.12 Ontwerp van de Spaanse architect Manuel de Sola-Morales voor de boulevard van Scheveningen met in groen de duinen met Helm, in bruin nieuw bebouwing (strandpaviljoens) en in grijs bestaande bebouwing (www.denhaag.nl)



*Figuur 4.13*      *Artist impression Boulevard met nieuwe zeewering (website Witteveen + Bos)*



*Figuur 4.14*      *Artist impression nieuwe parkeervoorziening (www.denhaag.nl)*



*Figuur 4.15*      *Artist impression voetgangersgebied (website hoogheemraadschap Delfland)*



Scheveningen is één van de 10 Zwakke Schakels langs de Nederlandse kust, die voor 2020 op sterkte moeten zijn. Het versterken van de zeewering moet daarbij hand in hand gaan met maatregelen die de ruimtelijke kwaliteit vergroten.

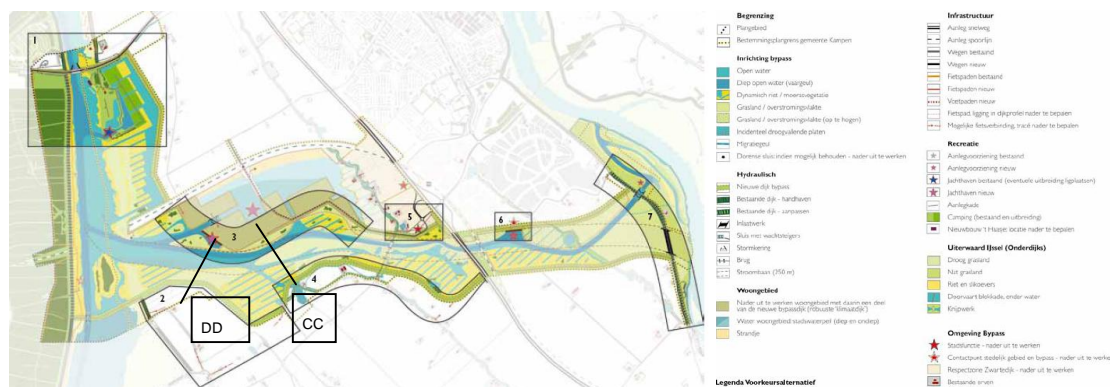
In Scheveningen doet de boulevard dienst als dijk. Deze sluit aan op de stedelijke structuur.

Het basisontwerp is een harde constructie waarbij als uitgangspunten zijn gehanteerd: het aanbrengen van een eventuele oversterkte en/of overhoogte in het ontwerp en bij materiaalgebruik en ruimtebeslag rekening houden met latere uitbreidbaarheid. Onderdeel van het plan is het vernieuwen van de boulevard tussen de Scheveningse slag en het noordelijke havenhoofd. De promenade zal gebruikt worden om te wandelen, te zitten, te fietsen en te genieten van het uitzicht op de Noordzee.

De boulevard wordt gecombineerd met een hoog en breed strand om een eerste golfaanval te remmen. Hierdoor kan de boulevard lager worden gehouden om uitzicht op zee te behouden. Aansluitend op het 'zandbanket' wordt het strand met maximaal 90 m verbreed door een zandsuppletie. Dit vergroot de capaciteit voor badgasten. Het ontwerp volgt de historische kustlijn van Scheveningen met een gebogen boulevard. De nieuwe boulevard kent verschillende hoogteniveaus en moet een prominent publiek karakter krijgen.

De versterking van de waterkering biedt kansen voor de verbinding tussen drie onderdelen van Scheveningen: bad, dorp en haven. En voor versterking van de identiteit als kustplaats, hetgeen de aantrekkelijkheid voor recreatie en toerisme vergroot.

#### 4.9.3 Bypass Kampen

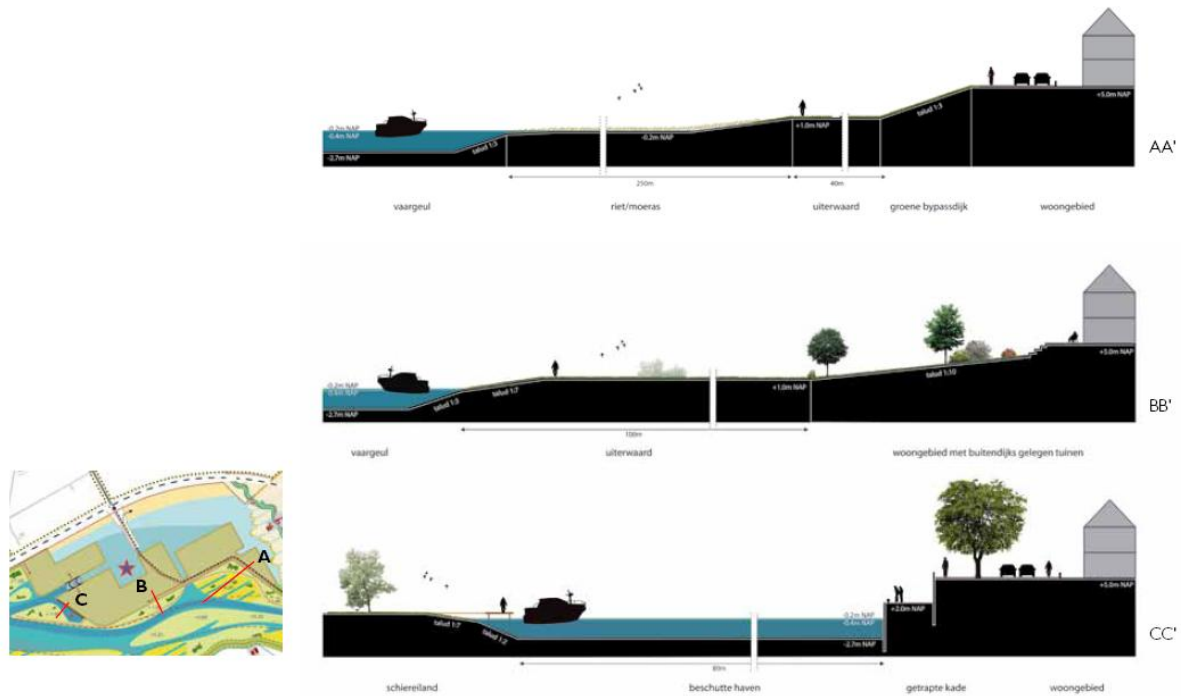


*Figuur 4.16 Tracéontwerp van het Voorkeursalternatief voor bypass Kampen. Aan de noordzijde is een woongebied gedacht met een klimaatdijk (locatie 3 tussen DD en CC; Heun & Schenginga, 2009).*

De bypass Kampen is een project in het kader van Ruimte voor de Rivier. Voor dergelijke projecten geldt een taakstelling in termen van een te realiseren hoogwaterstanddaling op de rivier en het vergroten van de ruimtelijke kwaliteit.

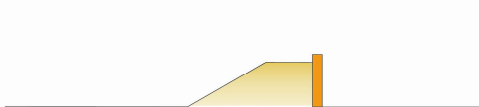
Aan de stadszijde van deze bypass is een 'klimaatdijk' ontworpen om een deel van de woningbouwopgave van Kampen te realiseren op een aantrekkelijke plek, met fraai uitzicht en grotendeels direct aan water. Door het robuuste karakter biedt de klimaatdijk de mogelijkheid om op de waterkering te bouwen; en door op de waterkering te bouwen ontstaan aantrekkelijker woonmilieus dan wanneer dit achter de dijk zou gebeuren of in de bypass op hoge palen. De woongebieden zijn ook omgeven door met een sluis afgesloten water. Bij elkaar biedt dit aanknopingspunten voor een rijke variatie aan woonmilieus.

De uiterwaarden aan de dijk zorgen voor een zachte overgang van woongebied naar bypass. Hier is ook ruimte voor natuur en recreatie. De uiterwaard ten noorden van de vaargeul is ingericht als natuurgebied met recreatiemogelijkheden. Hier komen recreatievoorzieningen zoals een klein strand en een aanlegplaats, die het watersportimago moet versterken. Ten zuiden van de vaargeul heerst rust in een natuurontwikkelingsgebied.



Figuur 4.17 Dwarsprofielen overgang woongebied-bypass ter hoogte van de klimaatdijk (met links de locatie van de profielen; Heun & Schenginga, 2009).

## 4.10 Voorbeelden van constructieve oplossingen



Constructieve oplossingen vormen een alternatief voor oplossingen in grond. Ze worden vooral toegepast waar weinig ruimte is voor omvangrijke grondlichamen, of waar men de waterkering een bepaald karakter wil geven: als kade, boulevard, stadsmuur, etc.

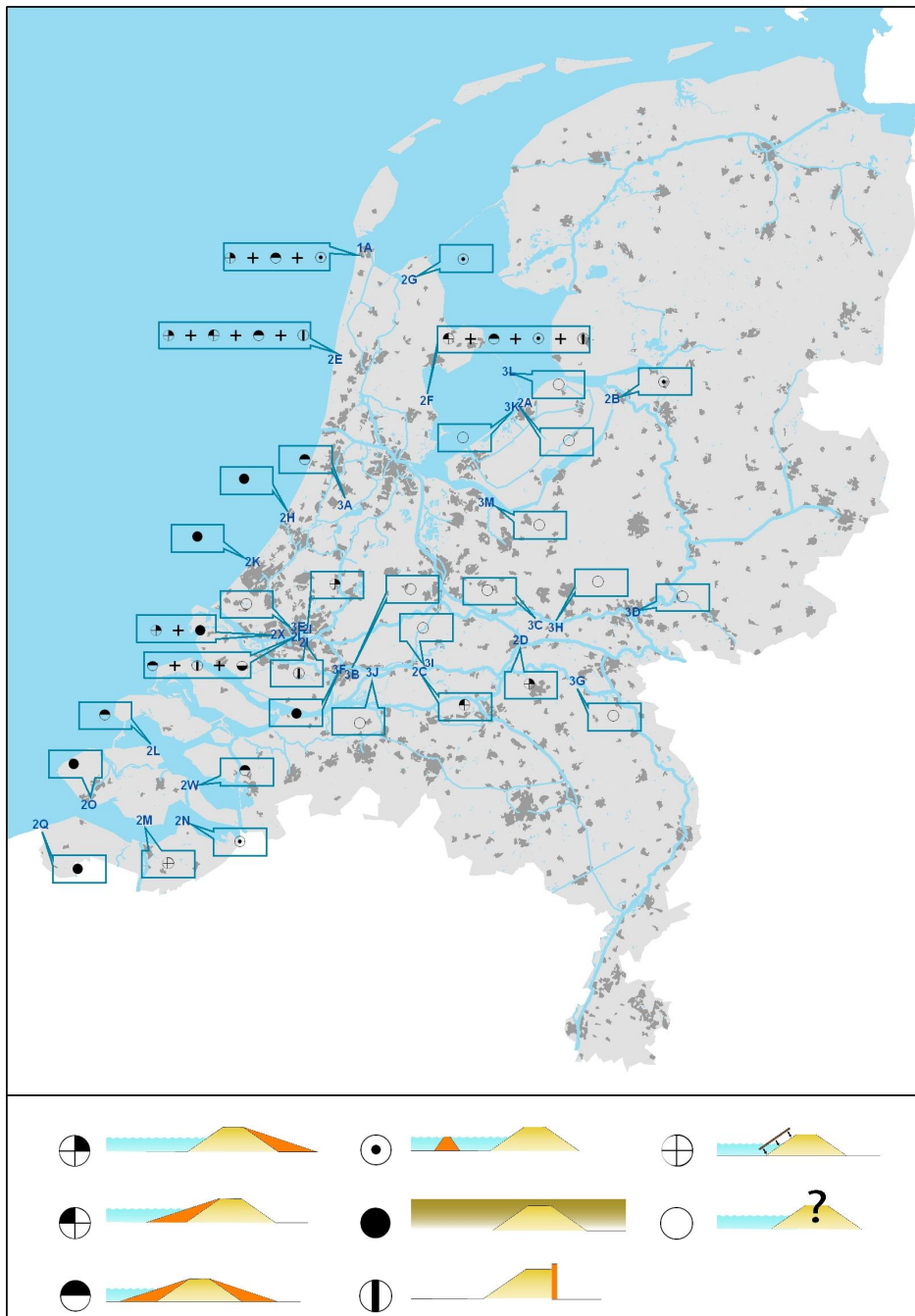
Ze kunnen bestaan uit:

- een zichtbare damwand, aan de binnen of buitenzijde of aan beide zijden;
- een keermuur of stadsmuur, al dan niet gecombineerd met bebouwing;
- een tunnelbak;
- elke andere technische constructie die tevens als waterkering dienst doet.



## 4.11 Overzicht locaties van de verschillende voorbeelden

In Figuur 4.18 is op kaart weergegeven welke typen dijkversterking waar in Nederland zijn overwogen om dijken doorbraakvrij – of alleen sterker – te maken. De nummers op deze kaart verwijzen naar de groslijst met gevonden voorbeelden (Bijlage A), die door het hele land verspreid liggen.



Figuur 4.18 Overzicht van de ruimtelijke verspreiding van de gevonden voorbeelden van (ontwerpen voor) deltadijken met aanduiding van het type versterking

## 5 Ruimtelijke effecten van deltadijken

### 5.1 Aard van ruimtelijke effecten

Van ruimtelijke effecten is sprake als dijken worden aangepakt vanwege uitsluitend technisch-inhoudelijke overwegingen: als het moet om ze doorbraakvrij te maken. Dan zijn functionele overwegingen dus doorslaggevend en ruimtelijke implicaties te beschouwen als effecten/gevolgen.

In de Quick-scan (Silva & Van Velzen, 2008) is ervan uitgegaan dat *alle* dijken doorbraakvrij gemaakt worden, maar is nog geen rekening gehouden met dijkverhogingen die misschien nodig zijn als door klimaatverandering waterstanden stijgen. Er wordt dus uitgegaan van de huidige maatgevende waterstanden.

Om alle bestaande dijken doorbraakvrij te maken vraagt volgens Silva & Van Velzen (2008) op korte termijn<sup>13</sup> slechts ca 10 % van de zee- en meerdijken een aanpassing van het binnentalud en 50% een aanpassing van de bekleding (Tabel 3.1). Aanpassing van de buitenbekleding is een ingreep die geen ruimte vraagt, maar wel het *uiterlijk* kan beïnvloeden. Aanpassing van de helling van het binnentalud vergt wel *ruimte*.

In het rivierengebied gaat het om grootschalige aanpassing van binnentaluds of de aanleg van een steunberm aan de binnendijkse zijde. Bovendien moet van veel rivierdijken het binnentalud worden verflauwd en de taludbekleding worden versterkt (Tabel 3.1). Voor rivierdijken die in stedelijk gebied liggen wordt er in de *Quick scan* van uitgegaan dat er daar te weinig ruimte is voor deze laatste twee maatregelen en dat daar de toepassing van damwanden nodig is om deze doorbraakvrij te maken. Zowel een stabiliteitsberm als aanpassing van het binnentalud vraagt veel *ruimte* doordat beide de voetafdruk van de dijk vergroten.

Los van de vraag hoeveel dijken nu precies moeten worden aangepakt, kan uit deze analyse worden afgeleid dat de volgende 1<sup>e</sup>-orde ruimtelijke effecten kunnen worden verwacht:

- Ruimtebeslag door grotere voetafdruk bij taludverflauwing
- Ruimtebeslag door steunbermen
- Vormverandering door taludaanpassing en/of steunbermen
- Verandering van de bekleding, buitendijks (en/ of binnendijks).

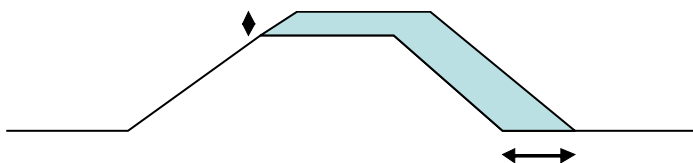
Hoe deze 1<sup>e</sup>- ordegevolgen uitpakken in normatieve zin is afhankelijk van de ruimtelijke context waarin ze worden toegepast. In de volgende paragrafen zal daarom op meer beschouwende wijze op deze effecten worden ingegaan in relatie tot verschillende ruimtelijke contexten: zee-, meer-, estuarium- en rivierengebied, landelijk en stedelijk. We nemen de twee eerste effecten daarbij samen onder de kop ruimtebeslag en de twee laatste onder de kop karakterverandering. Bij karakterverandering beperken we ons in eerste instantie tot het landelijk gebied, omdat het karakter daarvan voor een groot deel door de dijken wordt bepaald. Op het stedelijk gebied gaan we daarna nog afzonderlijk in.

---

13. Op lange termijn kan aanpassing aan klimaatverandering en waterstandstijging verdere verhoging van waterkeringen nodig maken, waarbij een grotere dijk lengte moet worden aangepakt.

## 5.2 Ruimtebeslag en conflicten om ruimte

Het ruimtebeslag van een dijk in grond wordt vooral bepaald door z'n voetafdruk. Deze wordt berekend door te beginnen met de benodigde kruinbreedte en hoogte; vervolgens bepaalt de taludhelling hoe breed de voet wordt. Iedere meter hoger bij een talud van 1:2 aan weerszijden betekent 4 m breder, bij 1:3 is dat 6 m breder.



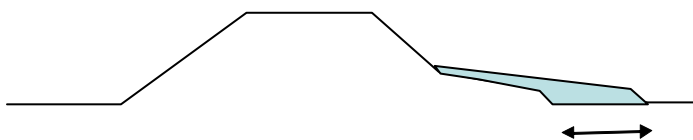
Figuur 5.1 Extra ruimtebeslag bij verhoging van de dijk

Een zeedijk van 10 m hoog zal bij de gebruikelijke 1:3 taluds dus al snel een voetafdruk van meer dan 60 m breed hebben. Bij een hoogte van 6 m is dat nog geen 40 m. Daarbij opgeteld moeten nog een kruin – waarvan de breedte vooral wordt bepaald door de vraag of daar verkeer over heen moet of alleen een onderhoudspad volstaat – en bermen en sloten aan de binnenteen en/of de buitenteen (voor de waterhuishouding langs de dijk, maar ook als eigendomsgrens), of golfbrekers aan de buitenzijde. In verhouding zijn dat geringe extra breedtes.

Bij eenzijdige aanpassing van het talud van een 6 m hoge dijk van 1:2 naar 1:3 wordt de voet 6 m breder.

Waar (steun)bermen nodig worden geacht is dat om de macrostabiliteit van het dijklichaam te garanderen (de dijk mag niet 'omvallen' of 'onderuitschuiven'), danwel om de kwellingte te vergroten om *piping* tegen te gaan (de 'fundering' van de dijk mag niet 'wegvloeien'). Afhankelijk van de ondergrond kunnen (steun)bermen nodig zijn van enkele meters tot wel 20 m breed. Met gemiddeld 15 m brede steunbermen kan de kans op doorbraak door instabiliteit effectief worden verkleind (Silva & Van Velzen, 2008). Deze steunbermen moeten vrijwel altijd binnendijks komen.

Om *piping* tegen te gaan zijn soms veel bredere bermen nodig, vooral waar zandbanen in de ondergrond aanwezig zijn. Daarvoor acht het recente ENW-rapport (ENW, 2010) bermbreedtes tot wel 40 m nodig<sup>14</sup>. Die mogen overigens ook (deels) buitendijks liggen.



Figuur 5.2 Extra ruimtebeslag van een (steun)berm om de stabiliteit te vergroten of piping te beperken

Om een indruk te krijgen van het ruimtebeslag als deze maatregelen om dijken doorbraakvrij te maken zouden worden uitgevoerd, hebben we de door Silva & Van Velzen (2008) geschatte percentages vermenigvuldigd met de dijk lengtes per gebiedstype en de voetafdruk van elke maatregel. De percentages en dijk lengtes zijn nogmaals weergegeven in Tabel 5.1.

14. Overigens kan piping ook met kwelschermen worden voorkomen: damwanden of bentonietenschermen.

Tabel 5.1 Benodigde aanpassing van dijken om ze doorbraakvrij te maken als percentage van de totale lengte (Silva & Van Velzen, 2008).

watersysteem	dijklengthe (km)	verflauwen binnentalud (%)	verzwaren buitenbekleding (%)	dijkverhoging (%)	aanleg berm (%)	bekleden binnentalud (%)	damwand (%)
Noordzee, Waddenzee	330	10	50	-	-	-	-
estuaria	310	10	50	40	-	-	-
meren	460	10	50	-	-	-	-
benedenrivierengebied	590	25	-	-	100/10*	30	20
bovenrivierengebied	810	40	-	-	100/25*	25	15

\* stabiliteit/piping

Indicatie maatregelen voor doorbraakvrije dijken (percentage van dijklengthe)

### 5.2.1 Zee, meren en estuaria

Slechts weinig **zee- en meerdijken** behoeven een taludaanpassing om ze doorbraakvrij te maken (Silva & Van Velzen, 2008).

De meeste zeedijken hebben al taluds van 1:3 omdat ze (ver) na 1953 zijn verzwaaard naar de meest recente inzichten. De dijken langs de Flevopolders zijn van begin af aan met flauwe taluds ontworpen. En veel IJsselmeerdijken en dijken langs de afgesloten Hollandse en Zeeuwse wateren zijn vaak hoger dan nodig omdat ze nog stammen uit de tijd van de open Zuiderzee, respectievelijk van voor de deltawerken.

Daar komt bij dat langs de Wadden- en IJsselmeerkust een dijkverzwaring aan de buitendijkse zijde niet op bezwaren vanuit de hoogwaterbescherming stuit zoals in het rivierengebied, waar het doorstroomprofiel niet mag worden verkleind (Beleidslijn Ruimtevoor-Rivieren). In het zuidwestelijk estuariumgebied is er ook geen principiële bezwaar tegen verzwaring aan de buitenzijde en aan de Noordzeekust alleen als daardoor de kustlijn gaat 'rafelen'. Dat betekent dat voor een dijk aanpassing met grotere voetafdruk gewoonlijk *kan worden gekozen* tussen hetzij buitendijks gebied (soms natuurgebied), hetzij binnendijks gebied (vaak landbouwgebied), hetzij een beetje van beide.

Het verflauwen van 10% van de dijken langs zee, meren en estuaria levert een *voetafdruk van ca 65 ha*; daarbij is aangenomen dat de dijken 6 m hoog zijn, en eenzijdig worden verflauwd van 1:2 naar 1:3.

Het verhogen van 10% van de dijken langs de estuaria met 1 m gemiddeld levert nog eens een *voetafdruk van ca 75 ha*.

Uitgesmeerd over een lengte van meer dan 1000 km dijk is ca 140 ha voetafdruk in totaal overzichtelijk.



Figuur 5.3 Aard van het ruimtegebruik binnen een zone van 35 m aan weerszijden van de dijk; bij eenzijdige bebouwing is de aanduiding 'bebouwd' gekozen (Arcadis, 2008)



*Ruimteconflicten* zullen zich in landelijk gebied vooral voordoen met natuur (en de bijbehorende wet- en regelgeving: Natura2000 wetgeving, Vogel- en Habitatrichtlijn) of landbouw (grondeigendom, productieverlies). De grootste ruimtelijke effecten zijn te verwachten waar bebouwing tegen of vlak naast de dijk ligt, of waar bijzondere landschapselementen vlak naast de dijk liggen. Zo liggen langs de oude Zuiderzeekusten vaak boerderijen of dorpen dicht tegen de dijk (Waterlandse kust, Westfriesland, Friesland), en daar liggen ook vaak natuurgebieden van betekenis (doorbraakkolken Westfriesse omringdijk, 'braken' Waterlandse kust). Juist hier zijn vaak taludaanpassingen van 1:2 naar 1:3 gewenst om de dijken doorbraakvrij te maken en zijn de ruimtelijke consequenties aanzienlijk.

Waar lintbebouwing, dorpen of steden aan de dijk grenzen is een potentieel ruimteconflict door ruimtebeslag het grootst. Ook dan geldt dat de dijkaanpassing weliswaar aan buitendijkse zijde kan plaatsvinden, maar vaak is het dorpse of stedelijk weefsel van bebouwing al met de bestaande dijk – via een haven, kade of anderszins – verknoopt. In veel gevallen heeft zo'n gezamenlijke evolutie geleid tot een dijk die *de facto* doorbraakvrij is. Maar waar dat niet het geval is of de dijk moet worden verhoogd, ligt een ruimteconflict op de loer. Silva & Van Velzen (2008) gaan voor dergelijke – stedelijke – situaties dan ook uit van constructieve oplossingen in plaats van oplossingen in grond. Zolang geen substantiële dijkverhoging nodig is kan aldus een ruimteconflict worden voorkomen. Constructieve oplossingen in plaats van oplossingen in grond zien we bijvoorbeeld in de praktijk toegepast in Harlingen, Vlissingen, Breskens, Medemblik, Enkhuizen en Hoorn, vooral waar havenactiviteiten om bereikbaarheid over de weg vragen en de ruimte beperkt is, maar de hogere kosten niet onoverkomelijk zijn.

### 5.2.2 Rivieren

In het rivierengebied zijn de meeste dijken in veel achtereenvolgende stappen verhoogd en verzaard, gedurende een geschiedenis van 800 tot 1000 jaar. Daarbij is bebouwing langs de dijken geplaatst en zijn de dijken daar weer aan aangepast. Het resultaat is vaak een landschap, waarin dijken, dijkhuisjes en dijkdorpen organisch zijn vergroeid. Dat heeft in de 70-er jaren geleid tot sterke maatschappelijke oppositie tegen de dijkverzwaring die toen in Brakel is begonnen.

Achtereenvolgende commissies (Commissie Becht 1977, Commissie Boertien, 1992) hebben daarop geadviseerd over de wijze (en mate) van dijkverzwaring, waarbij zoveel mogelijk rekening werd gehouden met bestaande cultuurhistorische en natuurlijke landschapswaarden. Uit die tijd stammen de begrippen 'uitgekiend ontwerpen' en LNC-waarden. Het resultaat van al dat uitgekiende ontwerpen is niet overal bevredigend (en soms zelfs ronduit rommelig), maar de inspanningen hebben er wel voor gezorgd dat de dijken in het rivierengebied op veel plaatsen nog relatief smal zijn en steile taluds hebben. Dat komt deels doordat vaak van constructieve oplossingen gebruik is gemaakt om bestaande bebouwing te sparen. Met de toegenomen aandacht voor en zorgen om stabiliteit en piping als faalmechanismen worden deze smalle steile dijken nu weer ter discussie gesteld.

De constatering van Silva & Van Velzen (2008) dat in het rivierengebied op grote schaal steunbermen nodig zijn om de dijken doorbraakvrij te maken, betekent een forse ruimteclaim. Die komt nog bij een taludaanpassing van 25% van de dijken in het benedenrivierengebied en 40% in het bovenrivierengebied.

Een grove indicatie komt uit het volgende rekenvoorbeeld:

- Taludaanpassing vraagt ca 280 ha, aannemende een aanpassing van 1:2 naar 1:3 bij 6 m hoge dijken. In de praktijk zijn veel dijken in vooral het benedenrivierengebied en langs de IJssel overigens wat lager. Een reëlere schatting is eerder iets tussen 180-250 ha.
- Alle dijken in het boven- en benedenrivierengebied van een stabiliserende steunberm in grond voorzien vergt 2100 ha ruimte. Daarbij is uitgegaan van 15 m brede bermen.
- Het voorkomen van piping met een oplossing in grond<sup>15</sup> vraagt ca 1050 ha bij een berm van 40 m breed. Deze voetafdruk kan voor ruim 300 ha overlappen met die van de steunbermen uit het vorige punt.

Al met al zou de voetafdruk van het doorbraakvrij maken van dijken in het rivierengebied dus kunnen oplopen tot ruim 3000 ha langs slechts 1400 km dijk, indien volledig in grond uitgevoerd. Dat is substantieel.

Zowel de aard van een steunberm, als het ruimte-voor-rivierenbeleid dat beperking van de afvoercapaciteit beoogt te voorkomen, maken dat het in het bovenrivierengebied hoofdzakelijk om een *binnendijkse* ruimteclaim gaat. Deze zal op veel plaatsen conflicteren met bebouwing langs de dijken. Zo liggen langs de Waal veel dorpen met het dijklichaam vergroeid. Langs de Nederrijn is dit minder het geval, omdat de dorpen daar vaak meer landinwaarts op de oeverwal zijn gelegen (verg. Ruimtelijke kwaliteitskaders IJssel, Nederrijn-Lek en Waal) en langs de IJssel liggen de dorpen vaak op natuurlijke hoogtes in het dekzandlandschap dat hier aan de rivier grenst. Langs de Lek – die door een laagveengebied met dikke veenpakketten en een sterk gedaalde bodem stroomt –, komt op zeer grote schaal lintbebouwing voor, soms over vele kilometers aaneengesloten. Dit kan leiden tot *grote ruimtelijke conflicten*.

Met constructieve oplossingen – zoals damwanden, dijkdeuvels, mixed-in-place – kan daaraan (deels) tegemoet worden gekomen, maar dat zijn zeer kostbare oplossingen. Door afwisselend in grond en constructief te werken wordt de continuïteit van het dijkprofiel juist sterk aangetast en kan een rommelig geheel ontstaan.

Voor de Alblasserwaard geldt dat dijklichamen, industriegebieden buiten- en binnendijks, en dorpsbebouwing tot een nauwelijks herkenbaar complex aaneen zijn gegroeid, bijv. in Alblasserdam, Papendrecht, Sliedrecht, Hardinxveld en Gorinchem. Maar een vergelijkbare situatie doet zich voor in grote delen van het benedenrivierengebied, zoals Dordrecht, Zwijndrecht, Ridderkerk, Rotterdam en buurgemeenten. Hier kan men met recht spreken van 'gecamoufleerde dijken'. Deze dijken zullen vaak al als doorbraakvrij worden geclassificeerd, en stabiliteitsbermen zijn hier dan ook niet nodig. Alleen bij verdere verhoging is een ruimteconflict te verwachten.

Wel is er hier alle aanleiding om het ontwerpen van dijken/waterkeringen en stedelijk en industrieel gebied meer geïntegreerd aan te vatten; dat is echter het onderwerp van het volgende hoofdstuk.

Andere delen van het benedenrivierengebied zijn juist relatief landelijk (Nieuwe Merwede, Dordtse Kil, Hollands Diep, Spui, delen langs de Oude Maas), zodat *ruimteconflicten hier beperkt* zullen zijn. Daar komt bij dat de dijken in dit gebied verhoudingsgewijs lager zijn en flauwere taluds kennen.

---

15. Zoals eerder vermeld kan piping ook met kwelschermen effectief worden tegengaan; damwanden of onzichtbare bentonietschermen zoals toegepast bij de dijkverlegging Hondsbroekse Pleij

Dat komt doordat ze jonger zijn en een andere ontstaansgeschiedenis kennen. Vaak is sprake van recente landwinningen, waar in het bovenrivierengebied de dijken al vele eeuwen op dezelfde plaats liggen en alleen maar zijn verhoogd. Dat ze lager en flauwer zijn maakt de noodzaak van steunbermen hier ook veel minder groot; (steun)bermen zijn vooral nodig in het bovenrivierengebied (en langs de Lek).

**Samengevat:** de grootste ruimteconflicten zijn te verwachten in het bovenrivierengebied, in het bijzonder langs de Waal, en tevens langs de Lek. Hier zijn de dijken relatief hoog en steil en zijn de bebouwing en de dijk samen geëvolueerd.

Ruimteconflicten in hoogstedelijk gebied doen zich vooral voor als dijken moeten worden verhoogd. De dijken zijn hier vaak al doorbraakvrij.

Tabel 5.2 Ruimtebeslag (voetafdruk) in hectares van het doorbraakvrij maken van dijken per deelgebied, uitgaande van de schattingen van wat nodig is door Silva & Van Velzen (2008; zie Tabel 3.1)

	talud-aanpassing naar 1:3	verhoging (1 m)	stabiliteits-berm (15 m)	pipingberm (40 m)	af: overlap bermen	Totaal
Zee	20					20
Estuaria	19	74				93
Meren	28					28
Benedenrivieren	89		885	236	-90	1120
Bovenrivieren	194		1215	810	-220	1999
<b>Totaal</b>	<b>349</b>	<b>74</b>	<b>2100</b>	<b>1046</b>	<b>-310</b>	<b>3259</b>

### 5.3 Karakterverandering van het landelijk gebied

Van karakterverandering is sprake als de aanpassing van dijken om ze doorbraakvrij te maken een andere vorm of ander uiterlijk door andere bekleding oplevert. Daarbij is van de vorm niet alleen het profiel van belang, maar ook het beloop van de dijk. Als aanpassing van het profiel van de dijk zowel binnen- als buitendijks kan, kan het tracé minder of juist meer slingerend worden gemaakt; bochten kunnen worden geaccentueerd of juist rechtgetrokken, en zelfs kunnen bochten worden afgesneden, zoals in het rivierengebied veelvuldig is gedaan om bebouwing te sparen (Haaften, Hellouw, Herwijnen). Bij bekleding maakt het voor het karakter van de dijk veel uit of gras dan wel harde bekleding wordt toegepast; hoe deze materialen op verschillende hoogtezones worden toegepast, en hoe (onderhouds)paden hierin zijn verwerkt.

In het kader van de quick scan heeft H+N+S (2008) een karakterisering gegeven van typische meer-, zee-, estuarium- en rivierdijken, en veel verschillende profielen beschreven. Een volledige landsdekkende inventarisatie van dijkprofielen ontbreekt echter. De Koning (2006) heeft voor het rivierengebied verschillende hoofdtypen aan dijkprofielen beschreven en getekend. Voor de Nederrijn en Lek is wederom door H+N+S (2009) een inventarisatie gedaan van de precieze dwarsprofielen en aankleding met weg-, fietspad, op- en afritten, e.d., in het kader van de planvorming voor de aanstaande dijkversterking. En vergelijkbare inventarisaties zijn gedaan in het kader van de vele dijkversterkingen die uit het Hoogwaterbeschermingsprogramma voortvloeien.

We weten dus slechts in grote lijnen hoe de dijken er op het moment precies uitzien in Nederland op basis van onvolledige inventarisaties en veldervaring. Tegen deze achtergrond bespreken we de mogelijke karakterverandering van de dijk en de betekenis daarvan voor het landschap.

### 5.3.1 Noordzee- en Waddenkust, IJsselmeer en estuariumgebied

Langs de Noordzeekust zijn de meeste dijken (bijv. Hondsbossche en Pettemer zeewering) en dammen (bijv. Brouwersdam of Afsluitdijk) al zo zwaar gedimensioneerd dat ze vrijwel als doorbraakvrij kunnen worden beschouwd. Waar dat nog niet (geheel) het geval is hebben ze al wel het karakter van een doorbraakvrije dijk: de buitenzijde is vaak getrapt en verhard met betonelementen of asfalt, de binnentaluds zijn al 1:3 of flauwer.

Dat betekent dat de benodigde aanpassingen het karakter van de dijken nauwelijks zullen doen veranderen. Waar de dammen en dijken in het zuidwestelijk estuariumgebied, de Hondsbossche zeewering en de Afsluitdijk als identiteitsbepalend kunnen worden beschouwd voor het karakter van de respectieve gebieden, zal hier weinig aantasting van die identiteit te verwachten zijn (mits met enige zorgvuldigheid wordt ontworpen).

De Waddenkust kent veel dijken die voor een groot deel een grasbekleding kennen, in ieder geval aan de binnenzijde en op de top, maar soms ook aan de buitenzijde als er voldoende bescherming tegen golfaanval is door kwelders. Meestal kent de buitenzijde een harde bekleding van betonelementen of asfalt. De taluds zijn al flauw.

Veranderingen van de vorm (dwarsdoorsnede en beloop) worden bij het doorbraakvrij maken niet verwacht. Aanpassingen van deze dijken zullen vooral de erosiebestendigheid van de taluds betreffen, hetgeen met steen, grasbetontegels of doorgroeibare kunststofmatten kan worden gerealiseerd. De materialisering *kan* hier leiden tot een aantasting van het landschap als op grote schaal voor 'visueel harde' bekleding wordt gekozen.

Langs het IJsselmeer is de situatie zeer verschillend langs verschillende oevers. De Flevopolders kennen sterke dijken met flauwe taluds die in zetsteen en stortsteen zijn uitgevoerd. Deze hebben een karakter zoals dat met doorbraakvrije dijken wordt geassocieerd. Ook de Wieringermeer kent stevige en harde dijken.

Langs het oude land hebben de dijken een ander karakter: de dijken zijn daar soms een stuk steiler (Westfriese omringdijk) en smaller. Die dijken zullen hun specifieke karakter verliezen als het profiel wordt aangepast. Ook kan het beloop dan minder bochtig worden, waar dit nu juist een weerspiegeling is van ene eeuwenlange geschiedenis van dijkdoorbraken met kolkvorming en het weer bedijken daarvan. Deze dijken hebben vaak ook een buitenbekleding in natuursteen. Aan de Friese en Overijsselse kust is dat vaak in de vorm van zwerfkeien, die uit de keileem zijn gewonnen, maar dat is ook nabij Wieringen het geval en zelfs tot Muiden toe. Dit kan worden opgevat als een bijzondere cultuurhistorische waarde die bescherming waard is. Waar dijkverzwaring niet aan de orde is (Muiden) is dat eenvoudig te realiseren, maar bij de Westfriese omringdijk en de Waterlandse kust bestaat het gevaar dat voor een modernere verharding wordt gekozen. Dat kan leiden tot verlies van authenticiteit.

Langs de (voormalige) estuaria in het zuidwesten van het land liggen dijken die deels nog stammen van voor of net na de stormvloedramp van 1953, namelijk langs die wateren waarvoor spoedige afsluiting was voorgenomen: Haringvliet, Grevelingen, Veerse Meer, Volkerak.

De dijken zijn daar soms steil –maar vaak ook niet –, en vaak hoger dan op dit moment vereist is, omdat ze niet meer in open verbinding staan met de zee, waar dat voorheen wel het geval was. Soms vormen ze zelfs geen kering van buitenwater meer (Grevelingen, Veerse Meer). De meeste dijken in dit gebied kennen een harde bekleding van het buitentalud met asfalt (bijv. langs de Noordzijde van het Volkerak) of grote betonelementen en/of betonplaten (bijv. langs de Oosterschelde en op de Grevelingendam), etc. Plaatselijk wordt deze bekleding nog vervangen door een zwaardere (Westerschelde). De dijken hebben hier dus al een karakter zoals dat met doorbraakvrije dijken wordt geassocieerd, zij het dat ze soms nog wat smalletjes zijn.

Nadere profielwijziging zal niet snel leiden tot verandering van het beloop. Dit en het feit dat de dijken in het (voormalig) estuariumgebied nu al ‘stenig’ zijn, maken het onwaarschijnlijk dat het karakter van het landschap wordt aangetast. Het is zelfs zo dat plaatselijk een verbetering van de ruimtelijke kwaliteit kan worden gerealiseerd, namelijk daar waar de harde bekleding indertijd ‘op een koopje’ is aangelegd: de asfaltbekleding van de dijken langs het Volkerak en op de compartimenteringsdijk bij het Hellegatsplein verdient naar het oordeel van het ‘Q-team Ruimte-voor-de-rivier’ geen schoonheidsprijs maar juist de overweging van vervanging. Dit is geen ruimtelijk effect, maar eerder een kans. Daarover meer in het volgende hoofdstuk.

### 5.3.2 Rivierengebied

In het vorige hoofdstuk is al ingegaan op de lange geschiedenis van dijkverzwaring in het rivierengebied en de maatschappelijke oppositie en beleidsaanpassingen. In respons op de adviezen van de commissies Becht en Boertien 1 is er veel aandacht geweest voor de zogenaamde LNC-waarden (landschap-, natuur- en cultuurwaarden) en is bij de meest recente dijkverzwaringen rekening gehouden met locatiespecifieke cultuurhistorische en natuurlijke landschapswaarden. Door het ‘uitgekiend ontwerpen’ is het karakter van veel dijken en dijklandschappen op veel plaatsen bewaard gebleven en zijn heel herkenbare en verschillende dijktypen en rivierenlandschappen bewaard gebleven.

De voor verschillende riviertrajecten karakteristieke dijkprofielen waren al door De Koning (2006) geïdentificeerd. Dat ook de rivierlandschappen per rivier en zelfs traject verschillen is onlangs nog eens bevestigd in de ontwerpende onderzoeken die hebben geleid tot de Ruimtelijke kwaliteitskaders die zijn opgesteld voor de rivierversuimingen van de IJssel (Bosch & Slabbers, 2006), de Waal en de Nederrijn-Lek (Terra Incognita et al., 2009 a en b). Zo zijn de dijken langs de Waal en Lek relatief hoog en steil, langs de IJssel zijn ze veel lager en flauwer, langs de Nederrijn zitten ze er qua dimensionering tussenin. Ook liggen de dorpen langs de Nederrijn vaak op de oeverwal, waar ze langs de Waal vaak dijkdorpen zijn en is er langs de Lek sprake van zeer veel lintbebouwing, en ligt de hoofdontsluiting noodgedwongen ook op de dijk omdat het omringende veengebied weinig draagkracht heeft (verg. Ruimtelijke kwaliteitskaders IJssel, Nederrijn-Lek en Waal; H+N+S, 2009).

Waar de inspanningen van het ‘uitgekiend ontwerpen’ er voor hebben gezorgd dat de dijken in het rivierengebied op veel plaatsen nog relatief smal zijn en steile taluds hebben, is het beloop soms wel in ongunstige zin beïnvloed. Dat is vooral het geval waar men om bebouwing te sparen is overgegaan tot onlogische bochten of de aanleg van een tweede dijk aan rivierzijde van de te sparen bebouwing, waar de dijk niet kon worden verhoogd.

Zo zijn allerlei restruimten ontstaan die tot een wel heel 'leesbaar' maar buitengewoon rommelig geheel hebben geleid, zeker waar de nieuwe dijk tot uitgifte van nieuwe woonlocaties<sup>16</sup> heeft geleid.

In het bovenrivierengebied is volgens Silva & Van Velzen (2008) grootschalige aanpassing van de dijkprofielen nodig, vooral in de vorm van bermen aan de binnentoe. Juist daar bevindt zich vaak bebouwing, waar met constructieve oplossingen omheen kan worden geslalomd. Het gevolg van een dergelijk 'maatwerk' is dat het lengteprofiel van de dijk voortdurend wijzigt: van brede berm naar constructie, naar smalle berm, naar constructie, naar flauw talud, een afrit, een oprit, een terrasdijk om een rijtje dijkhuizen bereikbaar te houden, etc. Dat kan leiden tot een buitengewoon verrommeld geheel, zoals we dat op verscheidene plekken in het rivierengebied nu al kunnen aantreffen.

Een alternatief is een grootschalige aanpak volgens een standaardprofiel, waarbij dan (alsnog, na ruim 40 jaar strijd; Bervaes et al., 1993) veel dijkwoningen moeten worden gesloopt. Dat kan een visueel aantrekkelijker en vooral logischer geheel opleveren op de schaal van het dijktracé, maar het kan ook een verlies van locale cultuurhistorische waarden betekenen en een verdere nivellering van de karakteristieke verschillen tussen rivieren en riviertrajecten. De keuze tussen behoud of nieuwoontwikkeling vergt dus een zorgvuldige afweging. En als gekozen wordt voor 'nieuwoontwikkeling' ligt er dus een forse taak voor de ontwerper om de gebiedsspecifieke identiteit te bewaren of te versterken door typische Waaldijken, Sallandse IJsseldijken of Lekdijken te ontwerpen en geen gestandaardiseerd profiel toe te passen. Zo zijn langs de Waal bij de laatste dijkverhoging over een grote lengte 'getailleerde' dijken toegepast naar een ontwerp van Yttje Feddes die een slanke steile indruk combineren met een stabiele voet; maar langs de Bergsche Maas liggen juist brede – haast amorfe – grondlichamen die juist weer samenhangen met de enorme grondstromen die bij het graven van dit kanaal vrijkwamen (De Koning, 2006). Daarop staan flinke boomsingels, met de wortelkluiten buiten het 'technisch profiel'. Een heel eigen karakter, dus, waar de dijken elders vooral niet op moeten gaan lijken.

### 5.3.3 Slotsom voor het landelijk gebied: gevaar van nivellering

Het geheel van aanpassingen van *profiel, beloop en bekleeding* kan leiden tot een afname van de diversiteit aan dijktypen en landschappen. Dat geldt met name voor de kustlandschappen rond het IJsselmeer en voor het eigen karakter van verschillende rivier(takk)en en delen van het rivierengebied.

Dat lijkt op de verarming en nivellering, zoals we die ook kennen uit de tijd van de normalisatie van beken: alle dwarsprofielen overal in Nederland gelijk en alles even recht. Daar ligt een opgave voor ontwerpers om functionele eisen aan de waterkering te verenigen met behoud van cultuurhistorische identiteit. De ontwerpessie die in het kader van dit onderzoek heeft plaatsgevonden heeft aangetoond dat daarvoor bij goede ontwerpers voldoende gevoel bestaat (zie hiervoor het verslag van de bijeenkomst in Bijlage B).

---

16. *Sommige particuliere initiatieven op de dijk of op een terp doen door hun schaal (te groot), karakter (villa of boerderette) en/of materialisering (bijv. witte steen met balkons met bruin glas) aantoonbaar afbreuk aan bestaande ensembles van rivier, uiterwaard, dijk en dorpsgezicht van bescheiden karakter. Dit valt onder de welstand.*

## 5.4 Stedelijk gebied

In stedelijk gebied wordt het karakter van het stedelijk landschap maar zelden bepaald door de waterkering. Op de Voorstraat in Dordrecht of de Boompjes of de Westzeedijk in Rotterdam hebben slechts weinige passanten (of bezoekers van de Kunsthal) weet van de waterkeringsfunctie van die 'dijken'. Dat komt doordat de stad en de bebouwing bepalend zijn voor het karakter en de beleving van de omgeving, en niet de vorm, het verloop of de materialisering van de dijk. Hier is in hoge mate sprake van gecamoufleerde dijken, net als bij de boulevards van Scheveningen of Noordwijk, of in de havens van Enkhuizen of Harlingen.

Op dergelijke plaatsen is het dijklichaam vaak al doorbraakvrij omdat aan de buitenzijde en aan de binnenzijde vaak forse grondlichamen tegen de dijk aan liggen en de bekleding van de kruin uit verharding bestaat. Daarmee is overslag en/of overloop mogelijk zonder dat bresvorming optreedt.

Waar het er dus naar uitziet dat het doorbraakvrij maken van dergelijke locaties niet nodig is, is er op dergelijke plekken soms wel sprake van een hoogtetekort. Zowel in het HWBP als bij diverse verkenningen in het kader van het deltaprogramma zijn stedelijke locaties geïdentificeerd waar de waterkering moet worden versterkt. Veel van de voorbeelden die in hoofdstuk 4 zijn gegeven gaan ook over bestaande stedelijke situaties.

Voor zulke gevallen is het relevant onderscheid te maken naar situaties waar nieuwontwikkeling (Bypass Kampen) of herontwikkeling plaatsvindt (Rotterdam Stadionpark, Boompjes), en plekken waar de urbane omgeving juist behouden dient te worden: oude stadskernen zoals in Dordrecht of Maassluis. Bij nieuwontwikkeling of herontwikkeling hoeven geen ruimtelijke conflicten te ontstaan, maar kan juist tot geïntegreerde gebiedsontwikkeling worden gekomen. In het rivierengebied kan daarbij ook ruimte voor de rivier worden gecreëerd, zoals de voorbeelden bij Nijmegen (Lent), en bij Kampen (bypass) laten zien.

Anders ligt het in oude stadskernen. Als de waterkering aanpassing behoeft is er vaak veel te weinig ruimte voor oplossingen in grond. En permanente constructieve oplossingen – zoals keermuren – kunnen onoverkomelijke obstakels opleveren, die versnipperend werken (Voorstraat Dordrecht, Kampen) of het zicht op de rivier dreigen te ontnemen (Zaltbommel). Dat kan als kwaliteitsverlies worden aangemerkt. In dergelijke situaties wordt dan ook vaak met wegneembare of flexibele constructies gewerkt: opzetwandjes, hefkeringen, kantelkeringen, e.d. (FLOODsite, 2009). In hoeverre dat tot een doorbraakvrije oplossing leidt, verdient nadere verkenning.

Samengevat kan worden gesteld dat in stedelijk gebied niet snel sprake zal zijn van karakterverlies door een doorbraakvrije waterkering, wel van ruimteconflicten. Inpassing in bestaand stedelijk gebied is uiterst lastig en daar is creativiteit met constructies nodig. Bij nieuw- of herontwikkeling zijn er juist goede kansen voor integrale gebiedsontwikkeling, waarbij het keren van water slechts een van vele functies is – één waar overigens niet mee kan worden gemarchandeerd.





## 6 Reflectie: kansen voor multifunctioneel gebruik en vergroting van de ruimtelijke kwaliteit

### 6.1 Inleiding

In het Nationaal Waterplan wordt gesteld dat deltadijken multifunctioneel gebruik mogelijk maken en zelfs kunnen worden ingezet als middel om de ruimtelijke kwaliteit te vergroten. Dat gaat ten eerste uit van de veronderstelling dat er in veel gevallen een ruimtelijk conflict zal ontstaan als een monofunctionele waterkering ruimte vraagt die nu nog voor andere doeleinden wordt gebruikt. Op die mogelijke conflicten om ruimte is in het vorige hoofdstuk al ingegaan. Het gaat ten tweede uit van de veronderstelling dat functiecombinaties van waterkeringen met andere gebruiksfuncties mogelijk zijn. Op die veronderstelling wordt hier nader ingegaan, evenals op de veronderstelling dat het mogelijk is de ruimtelijke kwaliteit te vergroten.

Zowel multifunctionaliteit als ruimtelijke kwaliteit zijn niet eenduidig gedefinieerde – maar mede daardoor aantrekkelijke – begrippen. Ze zijn niet of nauwelijks in kwantitatieve termen te vatten (vergelijk Kwaliteitsteam Ruimte voor de Rivier, 2009), reden om in dit hoofdstuk voor een meer kwalitatieve reflectie te kiezen. We baseren die reflectie daarbij op twee onderdelen van het onderzoek:

- 1 De inventarisatie van voorbeelden van plannen en ontwerpen voor deltadijken, zoals besproken in hoofdstuk 4 (zie ook Bijlage A).
- 2 De ontwerp- en discussiesessie die is gehouden met enkele gerenommeerde landschapsarchitecten, waarbij voor een viertal uiteenlopende cases richtingen zijn geschetst voor de realisatie van deltadijken in combinatie met meervoudig landgebruik (zie Bijlage B). De cases kunnen worden beschouwd als (onderdeel van) integrale gebiedsontwikkelingen

Tevens maken we gebruik van praktische ervaringen van het kwaliteitsteam Ruimte-voor-de-Rivier.

### 6.2 Multifunctioneel gebruik

Multifunctioneel of meervoudig landgebruik (Janssen et al., 1999; De Kuijer & De Graaf, 2000) houdt in dat ruimte niet slechts voor één functie wordt gebruikt, maar voor meer doeleinden. Door ruimte te delen kan ruimtegebrek worden voorkomen. Vooral waar ruimte particulier eigendom is, wordt anderen vaak de toegang en het gebruik ontzegd, maar ook collectieve ruimten kennen vaak grote gebruiksbependingen door regelgeving of gewoon in praktische zin. Zo is de waterkeringszone in de duinen (de zeereep) gewoonlijk 'verboden toegang', en wordt op veel dijken collectief medegebruik praktisch verhinderd door hekken, rasters, sloten e.d. Tenslotte maken steile taluds, steiler dan 1:3, medegebruik praktisch lastig, want daarop kan een mens nauwelijks staande blijven en ook machinerie voor onderhoud slaat bij dergelijke taluds geregeld om.

Daar staat tegenover dat de meeste dijken vanouds toch verschillende vormen van medegebruik kennen: van gedoogd gebruik door sportvissers (zeedijken, Oosterschelde), via gewenst landbouwkundig gebruik als beheersmaatregel door begrazing met schapen (zeedijken Friesland) of als hooiland (rivierdijken), via gefaciliteerd gebruik door wandel- of fietspaden aan te leggen (IJsseldijken).

Maar ook zijn er dijken die essentiële nevenfuncties hebben, zoals de Lekdijken langs de Alblasserwaard en Krimpenerwaard die de hoofdontsluiting vormen in het regionale wegennet; dit in tegenstelling tot de meeste dijken langs de kust, het IJsselmeer en langs de voormalige estuaria, waar B-wegen onderlangs de dijken lopen en de hoofdontsluiting meer binnenslands gelegen is. Ook elders in het rivierengebied, vooral langs de Waal, maar ook langs de Maas, de Nederrijn en de IJssel, zijn weginfrastructuur en waterkering soms over vele tientallen kilometers gecombineerd. Dit stelt grotere eisen aan de breedte van de kruin (voorgeschreven wegbreedte in relatie tot verwachte verkeersintensiteit) en aan de draagkracht van de dijk; daar wordt bij het ontwerp rekening mee gehouden door extra overhoogte aan te brengen ter compensatie van zettingverschijnselen.

Waar de dijk de hoofdontsluiting vormt wordt daar 'autonoom' vaak op gereageerd in de vorm van de ontwikkeling van woon- en/of industriegebied. Zo heeft zich langs dergelijke dijken vaak een dichte bebouwing ontwikkeld, die nu mede de ruimte beperkt voor verdere dijkverzwaring/ -verbreding. Dit is bijvoorbeeld het geval langs vele 'benedenrivieren', zoals de Beneden-Merwede (Hardinxveld, Sliedrecht, Papendrecht), de Noord (Alblasserdam), de Lek, de Nieuwe Maas (Rotterdam en buurgemeenten).

Geleidelijk komen we daarmee bij de problematiek van dijken in stedelijk gebied, die geheel zijn opgegaan in het stedelijk weefsel; bijv. Dordrecht, waar de Voorstraat voor alles het karakter van een winkelstraat heeft, maar tegelijk hoofdwaterkering is; Rotterdam, waar de Boompjes voor alles het karakter van een ontsluitingweg en boulevard heeft, maar ook hoofdwaterkering is; Scheveningen, waar de boulevard in hoofdzaak horeca, musea, en andere recreatieve en toeristische functies heeft, maar ook hoofdwaterkering is; enz.

Het is dus relevant om onderscheid te maken naar landelijk<sup>17</sup> gebied, met medegebruik van dijklichamen, en naar stedelijk gebied, waar de waterkeringsfunctie *visueel-ruimtelijk*<sup>18</sup> ondergeschikt is aan de andere gebruiksfuncties.

## 6.2.1 Landelijk gebied

### *Observaties aan de voorbeelden*

Van de 23 voorbeelden<sup>19</sup> van initiatieven tot deltadijken die in de inventarisatie zijn gevonden (**Error! Reference source not found.**), liggen er 9 in landelijk gebied en 9 in stedelijk gebied<sup>20</sup>. De voorbeelden in landelijk gebied kennen alle meervoudig gebruik van het dijklichaam zelf, waarbij alleen infrastructuur, recreatie en natuur als nevenfuncties zijn aangetroffen. Begrazing van de waterkering is daarbij niet als echte landbouwkundige nevenfunctie beschouwd, maar meer als beheersmaatregel. Bij recreatie gaat het vooral om wandel- en fietspaden, soms met een horecagelegenheid, maar een voorbeeld van (natuur)kampeermogelijkheden is ook gevonden (Munnikenland).

---

17. Inclusief natuurgebied

18. Maar niet functioneel, want de waterkeringsfunctie is essentieel

19. Sommige voorbeelden kennen meer alternatieve ontwerpen voor dezelfde locatie, zodat de geordende **Error!**

**Reference source not found.** meer dan 23 regels kent.

20. Vijf voorbeelden zijn vormconcepten, die niet aan een locatie/ context gebonden zijn.

Buitendijks is natuur de dominante functie, terwijl binnendijks landbouw, wonen en (verblijfs)recreatie veel voorkomende functies zijn. Deze buitendijkse en binnendijkse gebruiksfuncties interfereren niet of nauwelijks met de waterkering zelf. Daarmee wordt bedoeld dat ze als afzonderlijke ruimtelijke eenheden zijn ontworpen, die wel visueel-ruimtelijk samenhangen, maar functioneel niet van dezelfde vierkante meters gebruik maken. Alleen de buitendijkse natuur speelt nog weleens een rol in een brede waterkeringszone, namelijk als golfbreker, waardoor de waterkering minder hoog hoeft te worden. Dat kan in de vorm van voorlanden, zoals strand (Hondsbosscche en Pettemer Zeewering; paragraaf 4.8.2) of kwelders (Perkpolder, paragraaf 4.8.1; Ellewoutsdijk) dan wel gorzen (IJsselmeerdijken Hoorn-Edam). Bij Fort-Werkendam (Ruimte-voor-de-Rivierproject Noordwaard) is een innovatieve oplossing aangedragen in de vorm van een griend die de golfhoogte verlaagt (De Vries & Dekker, 2009). In zulke gevallen is er wel sprake van een functionele relatie.

#### *Lessen uit de ontwerpsessie*

Over meervoudig ruimtegebruik werd in de ontwerpsessie veelvuldig gesproken, maar vanuit een veel grotere ruimtelijke context. Dat wil zeggen dat de waterkering in alle 4 cases nadrukkelijk werd beschouwd als slechts één van vele functies die een plaats moesten krijgen, maar in een groter zoekgebied/plangebied. De gebruiksfuncties van de – meer of minder wijde – omgeving werden nadrukkelijk eerst geïdentificeerd om tot een totaalpakket aan 'ontwerpprogramma' te komen.

In het landelijk gebied van case Grebbedijk bleken er weinig redenen voor meervoudig ruimtegebruik van de waterkering zelf, anders dan dat op de dijk een weg loopt. Dat leidde tot een ontwerpaanpak waarbij de dijk door de ontwerpers vooral als beeldbepalend landschapselement werd behandeld voor de laagte tussen de twee stuwwallen van Wageningen en Rhenen. Er werd gestreefd naar een helder ontwerp van een strakke, functionele dijk, met een continu profiel. Alleen waar naast de dijk gelegen gebruiksfuncties om een dialoog met het dijkontwerp vroegen, werd daarop ingespeeld. Zo werden het havenindustrieterrein van Wageningen en de jachthaven omgewisseld, waardoor het industriegebied de uitloop uit het dorp niet meer zo bederft en haven en binnendijks industrieterrein buiten het dorp om ontsloten kunnen worden. Dit is een duidelijk voorbeeld van het 'oprekken' van de oorspronkelijke ontwerpogave (maak een deltadijk) tot planvorming voor een groter gebied. De dijk zelf kreeg geen andere functies toebedeeld dan de huidige.

De opdracht 'ontwerp een deltadijk' werd in de case Lelystad (zie Bijlage B) nog veel verder opgerekt tot een opgave voor gebiedsontwikkeling. Aanleiding daarvoor waren het ontbreken van enige urgentie om de dijk veel breder en zwaarder uit te voeren (geen veiligheidsargument) bij een volstreekte afwezigheid van ruimtegebrek; er is ruimte zat voor een eventuele verbreding en dus geen enkele noodzaak tot functiecombinatie. Reden voor de ontwerpers om op een veel grotere schaal de bestaande kustzone van Lelystad kritisch te bezien en kansen te identificeren om deze te verbeteren. Met andere woorden: *de deltadijk werd slechts als aanleiding gebruikt om een veel grotere ontwerpogave te formuleren.*

Samengevat is uit de ontwerpsessie gebleken dat voor meervoudig gebruik van de waterkering zelf in landelijk gebied weinig aanleiding is, anders dan als weg, fietspad of wandelgelegenheid. De relatief beperkte ruimtedruk en de beperkte voetafdruk van de dijk maken meervoudig gebruik niet nodig.

## 6.2.2 Stedelijk gebied

Van de 23 voorbeelden<sup>21</sup> uit de inventarisatie liggen er 9 in stedelijk gebied (**Error! Reference source not found.**). Voor al deze voorbeelden zijn intensieve vormen van meervoudig ruimtegebruik op de waterkering zelf gedacht, met stedelijke functies zoals horeca en andere op toerisme gerichte functies, wonen, industrie en werken (kantoren) en de bijbehorende infrastructuur. In de voorbeelden voor stedelijk gebied vinden we ook ideeën voor ondergrondse functies, waaronder parkeergarages (Rotterdam Stadionpark, zie paragraaf 4.5.1) en ondergrondse infrastructuur (Rotterdam Boompjes 'Stadsbalkon' en Rotterdam Brielselaan, paragraaf 4.10.1). Of deze uiteindelijk uitvoerbaar zullen blijken, gegeven de hoge technisch eisen aan de waterkering en de mogelijk hoge kosten, is nog niet bekend. Het geeft wel aan dat op plekken waar het ruimtekort groot is aan ondergronds bouwen en/of stapeling van functies wordt gedacht.

Direct naast de waterkering vinden we – niet geheel onverwacht – aan de binnendijkse zijde allerlei stedelijke functies, en aan de buitenzijde vaak strand met horeca (kustplaatsen, zoals Scheveningen, Vlissingen) of recreatie en natuur (Colijnsplaat met jachthaven en Oosterschelde, paragraaf 4.7.2; Den Helder met recreatie en Waddenzee). Maar ook buitendijks wonen en werken komen veel voor, onder andere bij plannen voor Den Helder ('Dijkstad', 'Terrasstad'), Tiel, Rotterdam 'Nieuw Mathenessedijk', en Lelystad.

In vrijwel al deze stedelijke voorbeelden is de waterkering volledig geïntegreerd in een veel meer omvattende gebiedsontwikkeling. De ontwerpen zijn overwegend stedenbouwkundig van aard en de waterkering vormt veeleer een terloops – en hoofdzakelijk technisch – ontwerpprobleem dan dat het de ruimtelijke structuur mede bepaalt. Dat neemt niet weg dat de visueel-ruimtelijke en functionele relatie met het water (zee, strand, meer, rivier, haven) en het achterland wel heel bepalend is voor het karakter van het ontwerp; het gaat immers om een boulevard, of een kade, of een havenfront, of een 'woonbalkon'. Maar de waterkering zelf wordt als een relatief klein, vormbaar infrastructureel element beschouwd in een complex ontwerpprogramma.

De waterkering stelt vanuit zo'n perspectief slechts technisch functionele randvoorwaarden in termen van *hoogte en sterkte* en legt *bependingen* op aan ondergrondse infrastructuur en leidingen, omdat de waterkeringsfunctie niet in gevaar mag komen. Daaraan is tegemoet te komen door wat extra grond te gebruiken (bij een uitvoering in grond), bijvoorbeeld om andere functies (parkeergarages, kelders, boomwortelkluiten, kabels en leidingen) buiten het technisch profiel te kunnen houden. Of door damwanden of betonnen elementen te gebruiken om het water te keren (vergelijk de keermuur die wordt ontworpen voor Lent bij de dijkverlegging tegenover Nijmegen; zie ook Rotterdam Boompjes, 'Parkdijk', paragraaf 4.7.1; en Brielselaan, paragraaf 4.10.1).

### *Lessen uit de ontwerpsessie*

In de overtuigend stedelijke cases (Scheveningen en Rotterdam; zie Bijlage A) werd meervoudig ruimtegebruik eveneens vanuit een veel grotere ruimtelijke context beschouwd. Daarbij viel op dat de stedelijke gebruiksfuncties voorop werden gesteld en dat stedenbouwkundige oplossingen werden gezocht om zoveel mogelijk aan die evidentere en dagelijkse behoeften tegemoet te komen. Denk daarbij aan boulevard, strand, haven, toeristische voorzieningen (Schevingen) en weginfrastructuur, tramlijn, wonen en industrie (Rotterdam).

---

21. Sommige met meer alternatieve ontwerpen voor dezelfde locatie, zodat de geordende tabel

De waterkeringsfunctie werd 'ruimtelijk ondergeschikt' gemaakt aan dit programma door deze er gewoon onder te verstoppen, of door de tracering en dimensionering aan te laten sluiten (verbreed strand, horeca, duin in stedelijk weefsel in Scheveningen; weg op dijk, groenstructuur/ wandelpromenade in Rotterdam), zodat één logisch geheel ontstaat (zie paragraaf 6.3.2). Als de hoge ruimtedruk een constructieve oplossing gewenst maakte, werd daar geen moment bij getwijfeld; bij de hoge kosten van grond in de stad en van de ontwikkeling zijn de meerkosten daarvan marginaal.

Zoals al vermeld werd de opdracht 'ontwerp een deltadijk' in de case Lelystad opgerekt tot een gebiedsontwikkeling voor een meer dan 10 km lange kuststrook. De deltadijk werd aangegrepen om de rommelige situatie ter hoogte van Lelystad ter discussie te stellen en aan te pakken, om infrastructurele knelpunten (de N302 – A6-verbinding) op te lossen (tunnel vanaf Houtribdijk), om watersportkansen (jachthavens) te verzilveren (Lelystad Haven), om de relatie van Lelystad met het buitenwater te versterken (bouwen op een megaterp), en om een ecologische verbindingzone aan het programma van eisen te koppelen. Maar over de waterkeringsfunctie van een deltadijk ging het intussen allang niet meer. Al met al is deze casus daarmee een perfecte illustratie van het idee dat deltadijken aanleiding kunnen zijn tot verbetering van de ruimtelijke kwaliteit: het onderwerp van de volgende paragraaf.

Samengevat kon in de ontwerpessie worden vastgesteld dat de waterkeringsfunctie in stedelijk gebied voor de ruimtelijke expressie ondergeschikt is aan de vele andere – om voorrang strijdende – stedelijke functies. Waar nodig wordt wat extra opgehoogd, en waar de ruimtedruk groot is wordt gemakkelijk voor constructieve oplossingen gekozen. Meervoudig ruimtegebruik is de norm.

### 6.3 Vergroten van de ruimtelijke kwaliteit

In de 4e en 5<sup>e</sup> Nota Ruimtelijke Ordening en op de website van Habiforum over dit onderwerp is het begrip ruimtelijke kwaliteit omschreven als een begrip dat bestaat uit 3 onderdelen: gebruikswaarde, belevingswaarde en toekomstwaarde. Bij die indeling zijn kritische kanttekeningen te maken (hoe zit het bijvoorbeeld met de toekomstige gebruikswaarde en de toekomstige belevingswaarde?). Mede daarom heeft de VROM-raad een eigen voorstel gedaan, omvattende kwaliteit op de gebieden: economisch, sociaal, ecologisch en cultureel. Dat rijtje is in ieder geval homoloog.

Intussen hebben Hooimeijer, Kroon en Lutтик in opdracht van Habiforum geprobeerd de uiteenlopende standpunten te verzoenen (Kwaliteit in meervoud; Hooimeijer et al., 2000) en de beide rijtjes in een matrix met elkaar gekruist. Met deze matrix zijn planvormers en beleidsmakers aan het oefenen gezet om deze in te vullen voor concrete gebieden/ plannen. Maar dat bleek nog niet eenvoudig; probeer maar eens invulling te geven aan bijv. ecologische gebruikswaarde of culturele toekomstwaarde of economische belevingswaarde. En dan: wanneer is er dan sprake van ruimtelijke kwaliteit? Als alle vakjes van de matrix gevuld zijn? Sijmons schrijft daarom dat ruimtelijke kwaliteit mensenwerk is (Kwaliteitsteam Ruimte voor de Rivier, 2008).

Hier wordt het begrip ruimtelijke kwaliteit even heel *down-to-earth* opgevat, namelijk als de visueel-ruimtelijke kwaliteit van het landschap of stadschap. Als het element *venustas* (schoonheid) uit de trits van Vitruvius dus, waarbij is verondersteld dat de twee andere elementen van Vitruvius' trits zijn gedekt door de begrippen functionaliteit (*utilitas*; "Doet de waterkering waar ie voor bedoeld is?") en soliditeit (*firmitas*: "Blijft de waterkering staan?").

Voor de waterkeringsfunctie van doorbraakvrije dijken moet het antwoord op die beide vragen immers sowieso 'ja' zijn. Voor andere functies in een multifunctionele ontwerpogave ligt het iets complexer, maar ook dan geldt dat de functionaliteit en soliditeit van de oplossing toch al worden beoordeeld. De multifunctionaliteit van deltdijken is in de voorgaande paragrafen al expliciet besproken. Maar of het een logisch, samenhangend en passend (harmonieus) geheel oplevert is wel een vraag die hier wordt geadresseerd.

We beperken ons hier dan ook tot de meer visueel-ruimtelijke kant van het begrip. En juist die kan niet op eenvoudige wijze en aan de hand van ondubbelzinnige criteria worden beoordeeld.

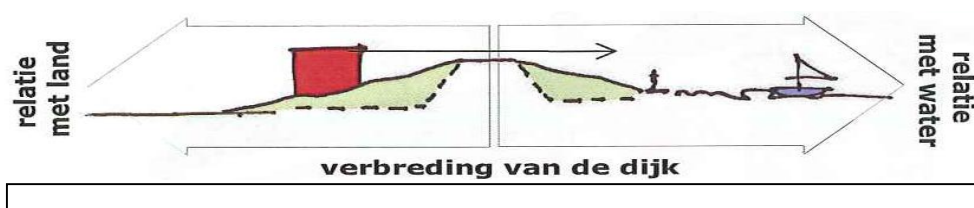
We volstaan dan ook met enkele – noodgedwongen subjectieve – observaties aan wederom de gevonden voorbeelden (hoofdstuk 4 en Bijlage A) en vanuit de ontwerpessie (Bijlage B).

### 6.3.1 Landelijk gebied

#### *Observaties aan de voorbeelden*

Initiatieven tot deltdijken in landelijk gebied blijken zelden voort te komen uit de *noodzaak* de dijk aan te pakken. De meeste voorbeelden betreffen dan ook een gebiedsontwikkeling die is geïnitieerd om een ander probleem aan te pakken.

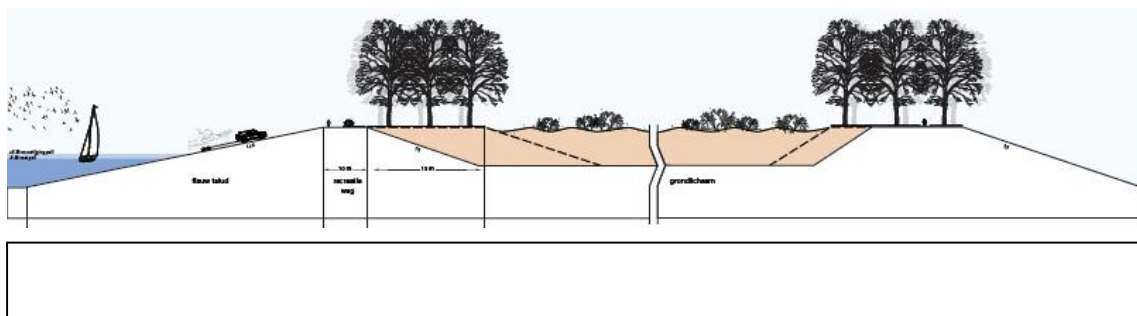
Ten eerste gaat het dan vaak om een probleem met economische vitaliteit (bijvoorbeeld Perkpolder (paragraaf 4.8.1) of Colijnsplaat (paragraaf 4.7.2)) die wordt geweten aan gebrekkige aantrekkelijkheid van de plek. Dat is dan aanleiding voor een initiatief tot integrale gebiedsontwikkeling. Als daar dan een waterkering in ligt en/of de relatie tussen land en water kwalitatief tekortschiet wordt de waterkering onderdeel gemaakt van de integrale planvorming. Deze plannen ademen vaak grote ambities ten aanzien van meervoudige functionaliteit; de visueel-ruimtelijke kwaliteit laat echter soms te wensen over. De plannen vormen vaak een discontinuïteit ten opzichte van het omringende landschap en zijn weinig respectvol ten aanzien van de cultuurhistorie van de plek. Ook is er soms geen doorleefde visie op 'de dijk in het landschap' (Figuur 6.1). De vanzelfsprekendheid ontbreekt.



Figuur 6.1 'Klimaatdijk' Colijnsplaat (RDH architecten en stedenbouwkundigen, 2009)

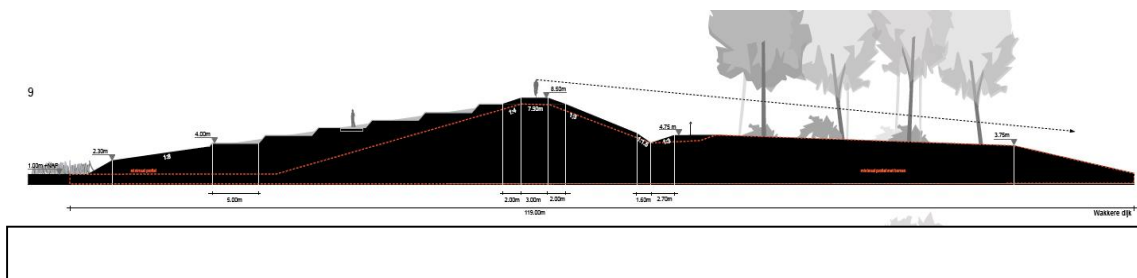
In deze categorie van voorbeelden, waarbij een waterkering onderdeel is van een integrale gebiedsontwikkeling, zijn ook voorbeelden van ontwerpen van waterkeringen die wel passen in de groter ruimtelijke context, en die de ruimtelijke kwaliteit vergroten. In Figuur 6.2 is een voorbeeld gegeven uit de plannen voor de Wieringerrandmeer, waar een dubbele dijk zo ruim is gedimensioneerd dat beplanting met boomsingels mogelijk wordt, terwijl tegelijkertijd met een soort 'boezem' de indruk van bovenlanden wordt gewekt, zoals we die kennen uit het droogmakerijenlandschap van Noord- en Zuid-Holland.

Een functionele dijk dus, met een moderne vormgeving die verwijst naar de ontstaansgeschiedenis van de regio. En met medegebruik dat mogelijk wordt door dimensionering ruim buiten het 'technisch profiel'.



Figuur 6.2 'Klimaatdijk' Wieringerrandmeer (Palmboom en Van Bout & Strootman, 2007)

Een tweede categorie voorbeelden van ontwerpen voor deltadijken heeft te maken met rivierverruimingsplannen. Bij Munnikenland, Noordwaard en Bypass Kampen maken dijkverleggingen het nodig *nieuwe* dijken te ontwerpen. Die komen dan op een andere plek. Dat kan aanleiding zijn ze ook heel anders vorm te geven en er meteen een doorbraakvrije dijk van te maken. In het Munnikenland diende de dijk zich visueel-ruimtelijk te onderscheiden van de oudste waterliniedijk en de bestaande Nieuwendijk om een nieuwe fase in het denken over rivieren en hoogwaterbescherming te markeren (Figuur 6.3). Er kan ook aanleiding zijn de nieuwe dijk in de context van het landelijk gebied juist heel bescheiden te houden en aan te laten sluiten bij het karakter van de dijken in de omgeving, zoals zeer smaakvol is gedaan door H+N+S langs de zuidkant van Bypass Kampen (Heun & Schengenga, 2008).



Figuur 6.3 Ontwerp voor de Wakkere Dijk, Munnikenland (De Vriend et al., 2008)

Uitzonderingen op het ontbreken van een noodzaak tot dijkontwerp vanuit hoogwaterbescherming zijn de dijkversterking Hoorn-Edam en de Hondsbossche en Pettemer zeewering (paragraaf 4.8.2). Dit zijn namelijk wél voorbeelden waar de dijk niet aan de technische eisen voldoet.

Bij deze voorbeelden was er éérst een dijkversterkingsopgave en is de idee er dan (plaatselijk) maar een doorbraakvrije dijk van te maken geleidelijk ontstaan onder invloed van het maatschappelijk debat daarover. In dergelijke projecten worden de ontwerpen meestal toegesneden op een goede aansluiting bij het bestaande landschap en wordt meervoudig landgebruik niet expliciet nagestreefd; het voldoen aan hoge technische eisen en het tegelijk ruimte geven aan de bestaande functies op en naast de dijk blijkt vaak al lastig genoeg. Dit leidt niet tot een grotere ruimtelijke kwaliteit maar tot het voorkomen van verdere aantasting.

Bij voorbeeld Ellewoutsdijk lijkt er een geschikte 'probleemlocatie' te zijn gekozen nadat er al een oplossing (ComCoast-project) was geïdentificeerd.

Bij sommige locatiespecifieke voorbeelden is er nauwelijks of helemaal geen probleem, zoals bij het Zwin, waar een harde dijk onder een 'duin' is verstopt (Grontmij, 2008), of de 'getijdenterrasdijk' voor Yerseke (De Jong et al., 2009). Ook bij de voorbeelden die niet aan een locatie zijn gekoppeld lijkt de ideeëndrang van de ontwerpers te prevaleren boven de urgentie vanuit een gebrekkige ruimtelijke kwaliteit.

**Samengevat** kan worden geconstateerd dat deltadijken soms kunnen bijdragen aan de ruimtelijke kwaliteit, namelijk wanneer ze onderdeel uitmaken van een ruimere gebiedsontwikkelingsopgave waaraan ontwerpers met liefde hebben gewerkt. Goede voorbeelden zijn het Wieringerrandmeer en de rivierverruimingsprojecten Munnikenland en Noordwaard. Wanneer economische ontwikkelingsmotieven overheersen is kwaliteitswinst niet verzekerd.

Wanneer de dijk moet worden aangepakt omdat deze technisch niet voldoet is het eerder zaak 'de schade te beperken'.

#### *Lessen uit de ontwerpsessie*

In de ontwerpsessie is slechts één echte casus aan de orde geweest die de ontwerpers unaniem als (deels) voor landelijk gebied beschouwden: de Grebbedijk (zie Bijlage B). Voor dit gedeelte is gestreefd naar het handhaven van de continuïteit van het dijkprofiel met over de gehele lengte een steunberm. Het beloop van de dijk werd als goed ervaren, en daar is dan ook niets aan gewijzigd.

Eigenlijk kan men constateren dat de aanpassing nauwelijks als een ruimtelijke ontwerpopgave werd gezien; wel werd vastgesteld dat er een strak en zo steil mogelijk profiel moet worden nagestreefd om de dijk als beeldbepalend element in het landschap te kunnen behouden. Maar de ontwerpers volgden tevens vrij 'kritiekloos' de wensen van de civiel-technici.

Ook uit de ontwerpsessie zou men dus kunnen concluderen dat voor landelijk gebied de deltadijken niet meteen aanleiding zijn tot een vergroting van de ruimtelijke kwaliteit. Daar staat tegenover dat het Kwaliteitsteam Ruimte voor de Rivier geregeld heeft gewezen op de mogelijkheid een dijkverzwaring (of een deltadijk, zo men wil) aan te grijpen om een geleidelijk ontstane rommelige situatie te saneren (bijvoorbeeld langs de Lek). In die zin kan er dus wel een vergroting van de ruimtelijke kwaliteit worden bereikt. De casus Grebbedijk leende zich daar minder voor, omdat deze dijk er fraai bijligt.

### 6.3.2 Stedelijk gebied

#### *Observaties aan de voorbeelden*

De ontwerpen van deltadijken voor stedelijk gebied zijn deels noodzakelijk omdat de waterkering niet (meer) aan de technische vereisten voldeed. Dat is bijvoorbeeld het geval in Scheveningen, Noordwijk en Vlissingen, drie zwakke schakels in de kust.

In andere gevallen is de wens tot stedelijke (her)ontwikkeling veeleer aanleiding om de dijkzone in de plannen mee te nemen, bijvoorbeeld bij Tiel (uitbreiding woningbouw) en in Rotterdam (Boompjes en Waterwegencentrum; stadsvernieuwing). Ook bij Lelystad is gebiedsontwikkeling de aanleiding om naar de dijkzone te kijken.



Waar de hoogwaterbescherming de aanleiding vormt tot planvorming ontstaan soms integrale plannen die de aantrekkelijkheid van de plek vergroten, zowel in termen van gebruiksmogelijkheden als visueel ruimtelijk.

Dat is bijvoorbeeld het geval in Scheveningen, waar de relatie tussen stad, boulevard en strand wordt vergroot, terwijl het karakter van Scheveningen wordt gerespecteerd, respectievelijk versterkt. Dit kan als vergroting van de ruimtelijke kwaliteit worden beschouwd. In Noordwijk is er veeleer een stevige waterkering tussen de boulevard en het strand is opgeworpen, waarbij het visuele contact met het strand is verminderd en de boulevard, ondanks de vele kunst en kleine horecavoorzieningen, over een grote lengte de sfeer van een aangeklede parkeerplaats heeft. Het resultaat is daardoor minder 'integraal' en het karakter van Noordwijk als kustplaats is er niet echt op vooruit gegaan. Het ontwerp voor Tiel is nog te prematuur om te beoordelen.

Waar gebiedsontwikkeling – woningbouw, stadsvernieuwing of nog breder – de aanleiding voor planvorming is, is het streven naar ruimtelijke kwaliteit meer vanzelfsprekend gewaarborgd. Zo geven alle voorbeelden uit Rotterdam (Boompjes, Stadionpark, Mathenessedijk en Brielselaan) de indruk van 'rijke' programma's, vergaande zoektochten naar een breed palet aan oplossingsrichtingen en creativiteit. Dit kan met recht worden aangemerkt als ontwerpend onderzoek en heeft de potentie kwalitatief goede voorkeursalternatieven op te leveren. Ook in Kampen kan de deltadijk aan de noordzijde van de bypass een kwalitatief hoogwaardig nieuw stedelijk milieu opleveren, alhoewel deze ontwikkeling wordt gehandicapt door de onzekere woningbouwopgave en de vele 'voldongen feiten' in de zeer nabije omgeving (Hanzelijn met tunnel en hoogstation, gevolgd door brug, infraknoop en A50; zie ook Kwaliteitsteam Ruimte-voor-de-Rivier, 2009).

**Samengevat** kan ook voor stedelijk gebied worden geconstateerd dat deltadijken vooral dan ruimtelijke kwaliteit opleveren als ze onderdeel uitmaken van een ruimere gebiedsontwikkelingsopgave waaraan met ambitie en inzet is gewerkt. Wanneer de waterkering om technische redenen wordt aangepakt is niet gegarandeerd dat het resultaat ruimtelijk meerwaarde heeft.

#### *Lessen uit de ontwerpsessie*

In de ontwerpsessie zijn twee echte stedelijke casussen bekeken: Scheveningen en Rotterdam Mathenesse. Voor Lelystad geldt dat stedelijke ontwikkelingen meegenomen zijn, met name woningbouw en jachthavens. En bij de Grebbedijk is de relatie tussen Wageningen, de beroepshaven en de jachthaven bij de planvorming betrokken.

Bij de twee echt stedelijk casussen viel op dat de ontwerpers onmiddellijk de gewenste ontwikkeling van de kwaliteit van het stadsmilieu als gebruiksruimte centraal stelden. Er werd gezocht naar aantrekkelijker voor gebruikers, naar betere relaties met de zee c.q. het water in de Rotterdamse haven, naar een goede en logische inpassing van infrastructuur (trams, wegen) en naar een combinatie daarvan met de waterkering. Deze brede benadering van de 'gebiedsopgave' maakte dat de waterkering slechts een bouwsteen in het geheel werd: qua locatie, qua vormgeving, qua materialisering. Er werd lustig mee geschoven (Rotterdam Mathenesse), brede en smalle constructieve oplossingen werden geschetst (Rotterdam), en uitvoeringen in grond, beton en damwanden werden overwogen (Rotterdam), maar ook zand en steen (Scheveningen). Als algemene observatie kan worden vermeld dat de ontwerpers enthousiast en creatief en in dialoog met meer technisch-inhoudelijk georiënteerde deelnemers aan het schetsen sloegen. Dit ontwerpen als proces maakte de 'opgave' scherper, stelde vanzelfsprekende oplossingen ter discussie en leidde tot aansprekende voorstellen.

Doordat constructieve oplossingen financieel mogelijk en ruimtelijk soms gewenst waren, werd de waterkering nadrukkelijk een ondergeschikt onderdeel van de ontwerpopgave.

Bij Lelystad werd juist ook door de ontwerpessie duidelijk dat er feitelijk geen opgave ligt; in ieder geval geen opgave vanuit hoogwaterbescherming. En de ruimtelijke opgave moest ter plekke worden 'verzonnen'.

Bij de Grebbedijk in Wageningen trokken de ontwerpers de ontwerpopgave van een deltadijk meteen in den brede door een grotere ruimtelijke context te beschouwen en problemen met de bestaande ruimtelijke kwaliteit binnen de ontwerpopgave te trekken: teveel verkeer op de dijk, een industriegebied waar een mooi uitloopgebied voor Wageningen zou kunnen zijn, een te grote afstand naar de recreatiehaven en een te grote afstand tussen beroepshaven en rivier. Dit illustreert de mogelijkheid om van een beperkte ontwerpopgave een deltadijk te ontwerpen een grotere opgave tot gebiedsontwikkeling te maken. Het vergt wel meer ontwerprijheid en een veel ruimer budget voor de uitvoering. De deltadijk is dan vooral *aanleiding*.

In de ontwerpessie is bevestigd dat voor stedelijk gebied deltadijken slechts een klein deel van de ontwerpopgave vormen van een aantrekkelijk stedelijk weefsel. Ze kunnen aanleiding zijn tot een bredere gebiedsontwikkeling of er onderdeel vanuit maken omdat er nu eenmaal een waterkering ligt. Door de grote toegevoegde waarde van stedelijke (her)ontwikkeling zijn constructieve oplossingen kosten-technisch niet onoverkomelijk. In veel gevallen is de waterkering visueel-ruimtelijk volstrekt ondergeschikt aan het ontwerp voor het stedelijk weefsel; het gaat aldus vaak om 'gecamoufleerde' dijken. Dit kan ook worden geïnterpreteerd als: ruimtelijke inpassing is geen probleem.

Anders ligt dit natuurlijk in bestaande – oude – stadskernen. Daar kan de ruimtelijke kwaliteit niet worden vergroot, maar gaat het om behoud van kwaliteit. Maar ook daar geldt dat met constructieve oplossingen veel kan worden bereikt.

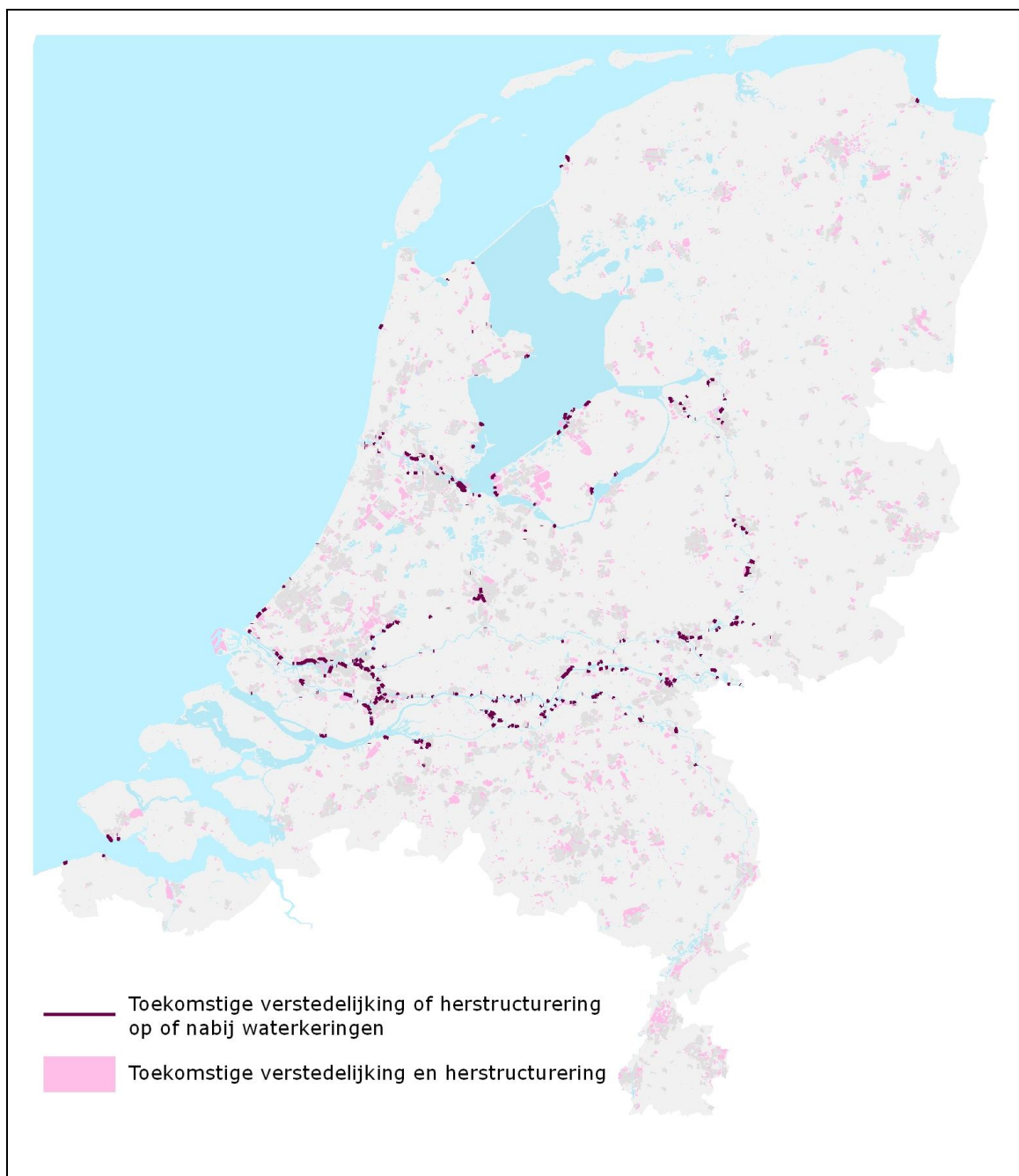
## 6.4 Aanleiding tot geïntegreerde gebiedsontwikkeling met een deltadijk?

In hoofdstuk 3 is gesteld dat het realiseren van deltadijken uit overwegingen van nut of noodzaak kan voorkomen, maar dat er ook een praktische aanleiding kan zijn. Namelijk wanneer een gebiedsontwikkeling wordt nagestreefd nabij een waterkering. Daar zou op worden teruggekomen.

In dit hoofdstuk zijn tot nu toe vooral voorbeelden gegeven van hoe – omgekeerd – een deltadijk aanleiding kan zijn voor een bredere gebiedsontwikkeling.

De Nieuwe Kaart van Nederland kan een eerste indruk verschaffen van waar – met name stedelijke – gebiedsontwikkeling aanleiding kan zijn ook de waterkering in de planvorming te betrekken en te komen tot multifunctionele ontwerpen met ruimtelijke kwaliteit. Daartoe is de kaart geanalyseerd naar de lengte in kilometers waarop geplande verstedelijking en herstructurering grenst aan bestaande primaire waterkeringen (Figuur 6.4 ). Het betreft 188 km binnen 35 m van de waterkering en 220 km binnen 50 m van de waterkering. Gegeven de relatieve onnauwkeurigheid van de kaart en de fase waarin de plannen zich bevinden, kan als eerste grove maar bruikbare indicatie worden uitgegaan van ca 200 km. Ten opzichte van de circa 3000 km primaire waterkeringen in Nederland is dat een opvallend groot aantal kilometers.

We zien in de figuur dat vooral in het Rijnmond-Drechtstedengebied, Amsterdam, langs de grote rivieren en in Flevoland plannen worden ontwikkeld die grenzen aan de primaire waterkeringen. Dit is vaak nabij risicovolle plekken (Figuur 3.2): des te meer aanleiding om daar deltadijken te overwegen.



*Figuur 6.4 In de Nieuwe Kaart van Nederland voorziene verstedelijking of herstructurering binnen 50 m van een waterkering. Dit kan aanleiding zijn tot geïntegreerde planvorming die ook de waterkering omvat (een deltadijk).*



## 7 Samenvatting van de bevindingen op hoofdlijnen

### 7.1 Ter toelichting

Dit rapport heeft betrekking op de ruimtelijke effecten en kansen van deltadijken, en maakt deel uit van een meer omvattend onderzoek naar de aantrekkelijkheid en haalbaarheid van toepassing van deltadijken. In dit hoofdstuk worden de belangrijkste conclusies uit de voorgaande hoofdstukken samengevat. Deze worden geplaatst in de grotere context en afgewisseld met observaties aan gevonden voorbeelden van deltadijkontwerpen en resultaten van de discussies in de ontwerpessie (Bijlage B). Dat geeft dit hoofdstuk het karakter van een samenvatting.

### 7.2 Bevindingen

#### 7.2.1 Over wat deltadijken zijn

- Deltadijken zijn dijken die doorbraakvrij zijn, ook als er water overheen slaat (door golven) of loopt (door hoge waterstanden).
- Deltadijken moeten dus in ieder geval sterker zijn dan conventionele dijken, en dat betekent in de praktijk vaak dat ze breder/massiever zijn. Ze kunnen hoger zijn, maar dat hoeft niet (zelfs lager is mogelijk).
- In de praktijk zijn volgens Silva & Van Velzen (2008) veel dijken al doorbraakvrij, vooral langs de kust.
- Dijken kunnen doorbraakvrij worden gemaakt met extra grond, of door constructieve oplossingen (stalen damwanden, bentonietschermen, keermuren in beton, etc.) .

#### 7.2.2 Over wat er moet gebeuren om *alle* dijken doorbraakvrij te maken

- Om alle zee-, meer- en estuariumdijken doorbraakvrij te maken moet volgens Silva & Van Velzen (2008) van 50% de buitenbekleding aangepakt worden, en van 10% het binnentalud worden verflauwd. Van de estuariumdijken moet 40% ook worden verhoogd.
- Dat alles bij elkaar levert een extra voetafdruk van 140 ha over meer dan 1000 km dijk lengte. Dat is overzichtelijk.
- Om de dijken langs de boven- en benedenrivieren doorbraakvrij te maken moeten deze vooral gestabiliseerd worden, om macro-instabiliteit (omvallen') te voorkomen en onderloopsheid ('piping': wegspoelen van zand uit de ondergrond). Het gaat om bijna 100% van de dijken (macro-stabiliteit), respectievelijk 10 -25 % (piping).
- In grond uitgevoerd levert dat een ruimtevraag van meer dan 3000 ha over ca 1400 km dijk lengte. Dat is substantieel.
- Het stabiliseren van te steile, te smalle en/of *piping*-gevoelige dijken *kan* ook met constructieve maatregelen.

### 7.2.3 Over waar dijken doorbraakvrij gemaakt zouden moeten worden

- Deze vraag wordt geadresseerd in het bredere onderzoek aan deltadijken en is hier slechts terloops beantwoord.
- Er kunnen twee redenen zijn om dijken om te vormen tot deltadijken: uit het oogpunt van risicobeheersing of omdat er een gebiedsontwikkeling is voorgenomen voor een gebied waarin een waterkering ligt. In het eerste geval is sprake van 'noodzaak' of 'nut', in het tweede geval is er een praktische *aanleiding*.
- Een *noodzaak* een dijk aan te pakken is er als deze is afgekeurd tijdens de 5-jaarlijkse toetsing ('afgetoetst'). Dan *moet* er iets gebeuren, en *kan* deze doorbraakvrij gemaakt worden. Dat is (nog) *niet* voorgeschreven.
- Het is *nuttig* een dijk aan te pakken, als deze bescherming biedt aan een 'risicovolle plek' (De Bruijn & Klijn, 2009). Dat is een plek waar verhoudingsgewijs veel slachtoffers te verwachten zijn als de dijk juist daar doorbreekt. Hier moet niks, maar *kan* het zeer effectief zijn vanuit risicobeheersingsoogpunt.
- Waar het plangebied van een voorgenomen gebiedsontwikkeling een waterkering omvat of raakt, kan het gewenst zijn deze in de planvorming mee te nemen; dat leidt tot een integraler en toekomstbestendiger plan, waarin de doorbraakkans van de waterkering ter plekke wordt geminimaliseerd.

### 7.2.4 Over de ruimtelijke effecten van deltadijken

- Deltadijken vragen ruimte (ruimtebeslag, voetafdruk), en hebben invloed op het karakter van het landschap door hun beloop, het dwarsprofiel en het materiaalgebruik voor de bekleding.
- Het ruimtebeslag van deltadijken is afhankelijk van de keuze voor versterking in grond dan wel met zichtbare of onzichtbare constructies.
- Indien uitgevoerd in grond is het ruimtebeslag bij zee-, meer- en estuariumdijken op grond van de schattingen van Silva & Van Velzen (2008) en ENW (2010) door ons begroot op ca 140 ha, en langs de rivieren op ruim 3000 ha.
- In hoeverre dit ruimtebeslag 'bezwaarlijk' is, hangt af van het ruimtetekort in een bepaald deel van het land, maar ook van de vraag of de ruimte exclusief voor de waterkering is bedoeld, of dat medegebruik mogelijk is.
- Bij zee-, meer- en estuariumdijken kan dijkverzwaring aan de buitenzijde (waterkant) plaatsvinden; bij dijken langs de bovenrivieren is dit strijdig met het Ruimte-voor-Rivierenbeleid; dat zou immers de afvoercapaciteit beperken. De gerealiseerde risicobeperking door deltadijken maakt een niet al te strikte toepassing van dit beleidsuitgangspunt echter denkbaar (zie Silva & Van Velzen, 2008, blz. 35).
- Verbreding aan de buitenzijde gaat vaak ten koste van natuurgebied of water en soms van landbouwgebied (grasland). Verbreding aan de binnenzijde gaat ten koste van een scala aan binnendijkse gebruiksfuncties; daar dient onderscheid gemaakt te worden tussen stedelijk en landelijk gebied.
- Door voor constructieve aanpassingen te kiezen kan het ruimtebeslag worden geminimaliseerd; dijken kunnen met constructies doorbraakvrij worden gemaakt zonder dat ze een grotere voetafdruk krijgen. Dit is duurder als bestaande dijken worden versterkt, maar kan goedkoper zijn als een nieuwe dijk wordt aangelegd (ervaring bentoniet scherm Hondsbroekse Pleij).

- In landelijk gebied wordt het karakter van het landschap sterk bepaald door de dijken; ze zijn daar vaak beeldbepalend. In stedelijk gebied zijn dijken vaak nauwelijks als zodanig herkenbaar; het beeld wordt daar bepaald door de bebouwing (het 'stedelijk weefsel')
- Karakterverandering door het doorbraakvrij maken van dijken kan dan ook vooral worden verwacht in landelijk gebied, nauwelijks in stedelijk gebied.
- Zee-, meer- en estuariumdijken in landelijk gebied zijn vaak al zwaar gedimensioneerd en hebben flauwe taluds. Daar zullen beloop en profiel nauwelijks van karakter veranderen. Wel kan verandering van de bekleding het bestaande karakter aantasten.
- Er zijn ook smalle en steile meer- en estuariumdijken in landelijk gebied, waarvan het karakter wel kan worden aangetast. Dat is bijvoorbeeld het geval langs de Noord-Hollandse IJssel- en Markermeerkust, en langs de afgesloten deltawateren.
- In het rivierengebied zijn dijken beeldbepalend en is aantasting van het karakter van het landschap niet denkbeeldig. Eerdere dijkverzwaringen hebben grote invloed gehad op het landschap door aanpassingen van het beloop (bochtafsnijdingen, dubbelingen) en het profiel (verflauwing, trappen, bermen, e.d.).
- Als *slotsom voor het landelijk gebied* geldt dat het doorbraakvrij maken van dijken kan leiden tot nivellering van de bestaande landschapsdiversiteit.
- In stedelijk gebied wordt het karakter van het stadslandschap nauwelijks door de dijken bepaald. Wel is er ruimtetekort. Dat is des te klemmender in bestaande – te behouden – situaties.

#### 7.2.5 Over meervoudig ruimtegebruik

- De meeste bestaande dijken kennen al vormen van medegebruik, van gedoogd gebruik, via beheersmaatregelen (schapen) tot essentiële functies (weginfrastructuur). Er zijn – wederom – grote verschillen tussen landelijk gebied en stedelijk gebied.
- Uit de ontwerpvoorbeelden blijkt in *landelijk gebied* vooral aan recreatie op de dijk en natuur onderaan de dijk te worden gedacht.
- Uit de ontwerpessie bleek er in landelijk gebied voor meervoudig ruimtegebruik op de waterkering zelf weinig aanleiding te bestaan, anders dan als weg, fiets- of wandelpad; de beperkte ruimtedruk en geringe voetafdruk maken meervoudig ruimtegebruik hier zelden noodzakelijk.
- Uit de ontwerpvoorbeelden blijkt in *stedelijk gebied* in alle gevallen aan intensief meervoudig ruimtegebruik te worden gedacht.; van hoogbouw op tot ondergronds bouwen in de waterkering. De grote ruimtedruk en hoge grondprijzen maken constructieve oplossingen gewenst en mogelijk, waarbij geen ruimte 'verloren' gaat.
- In de ontwerpessie bleek voor stedelijk gebied door alle ontwerpers meervoudig ruimtegebruik te worden beschouwd als vanzelfsprekend; er werd consequent gedacht vanuit een grotere ruimtelijke context en vanuit de vele gewenste stedelijke functies.
- In stedelijk gebied vormt de waterkering dus slechts een 'technisch detail' in een veelomvattend programma van eisen voor gebiedsontwikkeling. De stedenbouwkundige opgave domineert. Met de waterkering wordt gemakkelijk geschoven in de ruimte en de functionaliteit als waterkering wordt geborgd met wat extra grond (hoogte en breedte) of constructies. De kosten vormen daarvoor geen belemmering.

### 7.2.6 Over vergroting van ruimtelijke kwaliteit

- Uit de ontwerpvoorbeelden voor *landelijk gebied* kan worden afgeleid dat ontwerpen voor deltadijken *in potentie* kunnen bijdragen aan vergroting van de ruimtelijke kwaliteit. Maar ze kunnen er evenzogoed afbreuk aan doen.
- Ruimtelijke kwaliteit blijkt relatief gemakkelijk te realiseren bij nieuwe dijken, zoals de dijkverleggingen in het kader van Ruimte-voor-de-rivier.
- De ruimtelijke kwaliteit blijkt daarentegen vaak achteruit te gaan als naar *aanpassing* en *inpassing* in bestaande situaties wordt gestreefd; het sparen van kool en geit leidt dan gemakkelijk – ook/ juist bij ‘uitgekiend’ ontwerpen – tot een afwisseling van oplossingen in grond en constructies en een discontinu (lees: rommelig) geheel van verschillende dwarsprofielen.
- Vergroting van de ruimtelijke kwaliteit vraagt inleving in de bestaande – historisch gegroeide – situatie in een grotere ruimtelijke context en respectvolle ontwerpers. De ‘goede’ voorbeelden hebben dan ook alle betrekking op concrete situaties; de ‘slechte’ voorbeelden zijn de niet-locatiespecifieke concepten (‘academisch bureauwerk’) en ontwerpen die primair zijn ingegeven vanuit economische gebiedsontwikkelings-initiatieven.
- In de ontwerpsessie bleek dat voor landelijk gebied er door de ontwerpers veel aandacht werd besteed aan de continuïteit van het dijkprofiel, aan een herkenbaar – gebiedsspecifiek – profiel, en aan een goed beloop van het dijktracé waaruit de ontstaansgeschiedenis van het landschap afleesbaar is.
- Uit de ontwerpvoorbeelden voor *stedelijk gebied* kan worden afgeleid dat deltadijken tot vergroting van de ruimtelijke kwaliteit leiden als ze deel uitmaken van een ruimere gebiedsontwikkeling waaraan met inzet en ambitie is gewerkt. Dat is vooral bij nieuw- of herontwikkeling.
- De waterkering is in dergelijke situaties vaak onopvallend aanwezig in de vorm van een kade, boulevard of weg.
- Bij de ontwerpsessie werd bevestigd dat in stedelijk gebied deltadijken slechts een klein deel vormen van een ontwerpogave voor een integraal stedenbouwkundig plan. Daarin kan de waterkering logisch en onopvallend worden opgenomen en kan een plan van hoge kwaliteit worden gerealiseerd. Dat geldt voor her- of nieuwontwikkeling.
- In bestaande, waardevolle oude stadskernen kan de ruimtelijke kwaliteit door deltadijken niet of nauwelijks worden vergroot, hooguit worden behouden. Daar kan met constructieve oplossingen veel worden bereikt.

### 7.3 Aanbevelingen uit de discussie met de ontwerpers

In de ontwerpsessie – waarvan het verslag in Bijlage B is opgenomen – is eerst in algemene termen over deltadijken gediscussieerd en over de wenselijkheid te komen tot ontwerpprincipes. Die algemene discussie is in de bijlage weggelaten; de noties die uit de discussie zijn voortgekomen passen volgens ons namelijk beter op deze plaats:

- Het maken van een (dijk)ontwerp is gebiedspecifiek maatwerk. Dat is strijdig met het streven naar algemeen geldende – generieke – ontwerpprincipes. In plaats daarvan zou het ontwerp moeten worden gebaseerd op een gedegen onderzoek naar de ontstaansgeschiedenis en het huidige karakter van het landschap, identificatie van de kernkwaliteiten daarvan, en eventueel daarvan afgeleide gebiedspecifieke ontwerpprincipes.



- Om het landschap leesbaar te houden is continuïteit in ruimte en tijd belangrijk. Bij het ontwerpen moet altijd de spanning tussen incident en de continue lijn in het oog gehouden worden<sup>22</sup>.
- Vanuit landschappelijk oogpunt is het dwarsprofiel van een dijk heel belangrijk.
  - steunbermen vormen vaak een vreemd aanhangsel aan een dijk. Bij een dergelijke oplossing is continuïteit een aandachtspunt.
  - Door flauwere taluds verworpen dijken tot 'ribbels' in het landschap. Vanuit cultuurhistorisch perspectief is dat niet wenselijk, maar vanuit functioneel oogpunt is het niet onlogisch. Ofwel: vanuit klassiek oogpunt is het een onbevredigend ontwerp, vanuit het Deltadijk-concept kan het acceptabel zijn.
- Waar dijken karakterbepalend zijn voor het landschapsbeeld is het belangrijk de dijk als beeldbepalend element herkenbaar te houden en aldus de leesbaarheid van het landschap te handhaven.
- Gecamoufleerde dijken zijn alleen acceptabel als ze niet beeldbepalend zijn, zoals de 'dijk in duin' bij Noordwijk. Dit is eigenlijk een duinversterking, die niet storend is. En ook waterkeringen in stedelijk gebied zijn zelden beeldbepalend. In alle andere gevallen zou naar een herkenbare en functioneel logische vorm gestreefd moeten worden.

#### 7.4 Borging ruimtelijke kwaliteit een proceskwestie?

Uit deze verkenning is duidelijk geworden dat op eenvoudige vragen nog geen eenduidige antwoorden volgen. De ruimtelijke effecten van deltdijken *kunnen* groot zijn, qua ruimtebeslag, maar met gebruik van constructieve oplossingen ook beperkt worden. Het karakter van het landschap *kan* enorm worden aangetast, maar met goede ontwerpen kan het ook worden versterkt. Meervoudig ruimtegebruik is op deltdijken goed *mogelijk*, maar in landelijk gebied zelden nodig en in stedelijk gebied al gemeengoed. De ruimtelijke kwaliteit *kan* worden vergroot, zowel in landelijk als stedelijk gebied, maar er is bepaald geen garantie.

*Hoe dan wel de aanleg van deltdijken aan te grijpen om de ruimtelijke kwaliteit te vergroten?*  
Dat vraagt ons inziens vooral om borging van het proces op een drietal punten:

Maak vergroting van ruimtelijke kwaliteit tot een expliciete en verplichtende tweede hoofddoelstelling van de versterking van dijken en/of het realiseren van deltdijken. In het project Ruimte-voor-Rivieren is dit gebeurd en zijn maatregelen/ alternatieven die de ruimtelijke kwaliteit niet vergroten<sup>23</sup> bij de selectie van uit te voeren rivierverruimingsprojecten afgevallен.

Stel eisen aan de procedure om te komen tot een ontwerp. Tijdens de ontwerpsessie bleek dat betrokken ruimtelijk ontwerpers in de praktijk prima in staat zijn om in samenspraak met technisch experts kwalitatief maatwerk te leveren voor elke voorkomende situatie en locatie. Dat betekent dat de procedure de volgende elementen moet bevatten:

- eis een ontwerpteam van betrokken, gebiedsdeskundige landschapsarchitecten en/of stedenbouwers met civiel-(geo-)technici die elkaar kritisch durven bevragen op uitgangspunten, aannames, heilige huisjes en grondhouding, en die gedurende het hele ontwerpproces samen optrekken en gezamenlijke verantwoordelijkheid hebben voor het eindontwerp;

22. Het ontwerp voor een Getijdenterrasdijk voor Yerseke voor de Delta Water Award is een voorbeeld van een niet-continue dijk. De jury heeft het ontwerp mede hierom afgekeurd (mondelinge mededeling Ytje Feddes)

23. Of op z'n minst neutral scoorden

- begin altijd met een ontwerpend onderzoek op grote ruimteschaal, uitmondend in een gebiedsspecifiek ruimtelijk kwaliteitskader voor dijken en een visie op het ontwerp.
- 4 borg het ontwerpproces door een collegiale toetsing, bijvoorbeeld – naar analogie met Ruimte-voor-Rivieren – door een kwaliteitsteam van multi-disciplinaire samenstelling (onder verantwoordelijkheid van het College van Rijksadviseurs).

Deze aanbevelingen zijn deels gebaseerd op ervaringen in het project Ruimte-voor-Rivieren en niet een logische gevolgtrekking uit het onderzoek. Dat had immers een heel ander karakter. We bevelen dan ook aan deze procesaanbevelingen nader te onderzoeken.

## 7.5 Nawoord

Het hier gerapporteerde onderzoek betrof slechts een relatief beperkte verkenning van de ruimtelijke implicaties van deltadijken. Daarbij kwamen in de marge nog twee onderwerpen aan bod, die hier slechts kunnen worden aangestipt, maar zeer zeker aandacht behoeven.

Ten eerste betreft dat de vaststelling dat een keuze voor grootschalige toepassing van deltadijken om overstromingsrisico's te beperken interfereert met enerzijds de discussie over normen voor hoogwaterbescherming – in de terminologie van het Nationaal Waterplan ook wel 1<sup>e</sup> laagsveiligheid genoemd – en anderzijds gevolgbeperking door ruimtelijke ordeningsmaatregelen – ook wel 2<sup>e</sup> laagsveiligheid genoemd. Als de gevolgen van een overstroming beperkt blijven doordat dijken niet meer kunnen bezwijken, hoeft het beschermingsniveau niet zo hoog te zijn (zie ook Klijn et al., 2010). En als dijken niet meer bezwijken is er ook minder aanleiding om tot risicozonering in binnendijkse gebieden over te gaan (Pieterse et al., 2009). Dat kan het denken over de ruimtelijke ordening van laag kwetsbaar Nederland weer in een ander licht plaatsen.

Ten tweede kan worden vastgesteld dat een eventuele keuze voor deltadijken als strategie een majeure opgave voor Nederland betekent. Dat vraagt een lange-termijnplanning met een goede borging in wet- en regelgeving – ook in het ruimtelijke ordeningsdomein – en zekere financiering.

## 8 Literatuur en andere bronnen

Arcadis, 2008. *Startnotitie m.e.r. Dijkversterking Hoorn - Edam*. Edam: Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier.

Arcadis, 2008a. *Doorbraakvrije dijken: kosten*. Rapport C03011.200011/GF, in opdracht van Deltares.

Arcadis/ Alkyon, 2006. *Definitief versterkingsplan Zwakke Schakel Noordwijk*. Hoogheemraadschap Rijnland, Leiden.

Arcadis/ Alkyon, 2008. *Ontwerp verbeteringsplan versterking zeewering Scheveningen.*: Hoogheemraadschap van Delfland, Delft.

Bervaes, J. et al., 1993. *Landschap als geheugen; opstellen tegen de dijkverzwaring*. Uitgeverij Cadans Amsterdam.

Boer, F. et al., 2010. *Innovatieve dijkconcepten voor vier studielocaties in Rotterdam*. De Urbanisten: 8-17

Bosch & Slabbers, 2006. *Handreiking Ruimtelijke Kwaliteit IJssel*.

DLA+ landscape architects, 2009. *Masterplan Dijk en Kolk*. Nijmegen: Stadsregio Arnhem-Nijmegen.

De Bruijn, K.M. & Klijn, F., 2009. Risky places in the Netherlands: a first approximation for floods. *Journal of Flood Risk Management* 2 (2009) 58–67

De Koning, R., 2006. *Dankzij de dijken; Ontwerpen in het rivierenlandschap*. Tentoonstelling Nijmegen.

De Kuijer O.C.H. & H.J. de Graaf, 2000. *Meervoudig duurzaam landgebruik ... wat levert het op? Samenvatting resultaten project Informatievoorziening rond de voorbeeldprojecten*. Rapport KDO Advies.

De Moel, H., J. Beijersbergen, F. van den Berg, J. de Goei, R.C. de Koch, A.R. Koelewijn, J.M. van Loon-Steensma, I.M. Molenaar, J. Steenbergen-Kajabová, H. Schelfhout, & A.M. Zantinge, 2010. *Klimaatdijk in de praktijk. Gebiedsspecifiek onderzoek naar nieuwe klimaatbestendige dijkverbeteringsalternatieven langs de Nederrijn en Lek*. Kennis voor Klimaat rapport HSGR07, Utrecht.

De Vriend, M.C. et al., 2007. *Startnotitie m.e.r. Munnikenland*. Waterschap Rivierenland, Tiel.

De Vries, M., & F. Dekker, 2009. *Ontwerp groene golfremmende dijk Fort Steurgat bij Werkendam; Verkennende studie*. Deltares-rapport Z4832, Delft.

De Jong, M. et al., 2009. *Tidal economy: op weg naar een tidal way of life*

Gemeente Tiel, 2008. *Tiel Oost Droger en Mooier*. Jac. van Hardeveld, Veenendaal.

Grontmij, 2008. *Klimaatdijk het Zwin*. Grontmij, Middelburg

Heun, G. & Schengenga P., 2009. *Ontwerp Alternatieven en voorkeursalternatief Bypass Kampen*. H+N+S, Utrecht

H+N+S, 2008. Onderzoek dijktypen. Bijlage op CD bij Silva & Van Velzen, 2008 (zie aldaar).

H+N+S, 2009. Inventarisatie Lekdijken ten behoeve van dijkverzwaringen door Waterschap Rivierenland.

Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier, 2008. *Factsheet Informatie Dijkversterking Hoorn Edam*

Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier, 2008. *Startnotitie dijkversterking Zwakke schakel Hondsbossche en Pettemerzeewering*. Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier, Edam.

Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier, 2008. *Profielen Hondsbossche en Pettemerzeewering*. Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier, Edam.

Hoogheemraadschap Rijnland, 2007. *Noordwijk Dijk in de duinen*. Hoogheemraadschap Rijnland, Leiden.

Hooimeijer, Kroon en J. Luttk, 2000. *Kwaliteit in meervoud*. Habiforum, Gouda.

Houtekamer, N., 2007. *Comcoast Ellewoutsdijk*. Rijkswaterstaat Zeeland, Middelburg.

Houtekamer, L., 2007. *Comcoast Project Perkpolder*. Rijkswaterstaat Zeeland, Middelburg.

Hylkema, R., 2008. *Klimaatdijk Visiebeeldenboek 2.0*. Ministerie van Verkeer en Waterstaat. 20, 21, 22, 37, 38, 39, Den Haag.

Innovatie- en kennisontwikkelingsprogramma, 2009. *Multifunctionele waterkeringen in stedelijk gebied*. Technische Universiteit Delft.

Janssen, E., J. Modder & I. Sudmeier, 1999. *Het gelaagde landschap: meervoudig ruimtegebruik in perspectief*. Expertisenetwerk Meervoudig Ruimtegebruik.

Klijn, F., 2007. *Hoogwaterbescherming en/of gevolgbeperking? Een discussienotitie*. WL-rapport Q4458, Delft.

Klijn, F., G. van Meurs, M. Haasnoot, E. Vastenburg, J. van den Akker, H. Sas, G. Zwolsman, M. Vis & S. van Eekelen, 2006. *Herinrichting van het IJsselmeergebied? fase 1: Haalbaarheidstudie; probleemanalyse en oplossingsrichtingen vanuit geo-ecologisch perspectief*. Delft-Clusterrapport CT 04.41.11 – 01/ WL-rapport Q3917.10/Q3923, Delft.

Klijn, F., J. Kwadijk, K.M. de Bruijn & J. Hunink, 2010. *Overstromingsrisico's en droogterisico's in een veranderend klimaat. Verkenning van wegennaar een klimaatveranderingsbestendig Nederland*. Deltares-rapport 1002565, Delft.

Kuiper Compagnons, 2009. *Kustvisie Lelystad*. Kuiper Compagnons, Rotterdam.

Kwaliteitsteam Ruimte voor de Rivier, 2008. *Jaarverslag 2006-2007*. Programmadirectie Ruimte voor de Rivier, Utrecht.

Kwaliteitsteam Ruimte voor de Rivier, 2009. *Jaarverslag 2008*. Programmadirectie Ruimte voor de Rivier, Utrecht.

Leeuwen, J., 2009. *Trapdijk, Dé multifunctionele stadsdijk*. Gemeentewerken Rotterdam.

Palmboom en Van Bout stedenbouwkundigen & Strootman landschapsarchitecten, 2007. *Het Schorrenplan Masterplan en Beeldkwaliteitplan Wieringerrandmeer*. Gemeenten Wieringermeer en Wieringen.

Pieterse N., J. Knoop, K. Nabielek, L. Pols & J. Tennekes, 2009. *Overstromingsrisicozonering in Nederland. Hoe in de ruimtelijke ordening met overstromingsrisico's kan worden omgegaan*. Planbureau voor de Leefomgeving (PBL), Den Haag/Bilthoven.

Rijkswaterstaat WINN, 2004. *Combikering Den Helder? Een verkenning naar zeeweringen in de toekomst*.

Silva, W. & E. van Velzen (red.), 2008. *De dijk van de toekomst? Quick-scan doorbraakvrije dijken*. Rapport RWS-Waterdienst 2008.052/ Deltares-rapport Q4558.32.

Terra Incognita, Bureau Strooming, SAB & Alterra, 2009a. *Handreiking Ruimtelijke Kwaliteit voor de Waal*. Provincie Gelderland, Arnhem.

Terra Incognita, Bureau Strooming, SAB & Alterra, 2009b. *Handreiking Ruimtelijke Kwaliteit voor de Rijn*. Provincie Gelderland, Arnhem.

Waterschap Zeeuwse Eilanden, 2007. *Kustverbeteringsplan Nolle/ Westduin Versie: 1.0*

## Internet

[www.drutenschewaarden.nl](http://www.drutenschewaarden.nl)

[www.ijdijken.nl](http://www.ijdijken.nl)

[www.waterwegcentrum.nl](http://www.waterwegcentrum.nl)

[www.perkpolder.nl](http://www.perkpolder.nl)

[www.huissenschewaarden.nl](http://www.huissenschewaarden.nl)

[www.waterinvuren.nl](http://www.waterinvuren.nl)



## A Overzicht van voorbeelden van deltadijken

1a Dijkconcepten				
Nr.	Naam	Context	Concept	Toepassingslocaties (mogelijk)
1.a	Combikering:	WINN		Den Helder
	Dijkstad (Rijkswaterstaat WINN, 2004)		De zeedijk behoudt zijn huidige omvang. Op de dijk bevinden zich waterkerende huizen en hotels. Tussen de bebouwing kan een flexibele damwand worden geplaatst die voorkomt dat er golven over de dijk heenslaan.	
	Terrasstad (Rijkswaterstaat WINN, 2004)		Op locaties, zoals Den Helder, slaan met zwaar weer golven over de zeedijk. Sloten en grachten van de stad vangen het zoute water op. De bebouwing en infrastructuur is aangepast aan de incidentele aanwezigheid van een laag zout water. Het achterland blijft veilig.	
	Zeestad (Rijkswaterstaat WINN, 2004)	Een drijvende golfbreker, evenwijdig aan de zeedijk, zorgt voor veiligheid van het achterland. De golfbreker dient als fietspad en boulevard.		
1.b	Overloopdijk (Hylkema, 2008)	Klimaatdijk	De zomerdijk is een voorbeeld van een dijk die bij hoogwater overloopt. De huidige winterdijken of bandijken zijn meestal niet ontworpen op "overlopen". Er zijn een aantal winterdijken die wel als overloopdijk gedimensioneerd zijn.	Ellewoutsdijk
1.c	Terpendijk (Hylkema, 2008)	Klimaatdijk	De terpendijk combineert de waterkerende functie van de dijk met de woonfunctie van de historische terp. De terpendijk biedt kansen om het landschap te voorzien van nieuwe stadsfronten in combinatie met een waterkering. Voor de aanleg van een terpendijk is veel grond nodig. De bestaande dijk zal opgaan in de terpendijk.	Perkpolder
				Tiel Oost
				Waterprak Wieringerrandmeer
				Noordwijk
				Scheveningen
1.d	Tripledijk (Hylkema, 2008)	Klimaatdijk	De tripleddijk is een dijk die wordt aangelegd in gebieden met bestaande winter- en zomerdijken. De aanleg van deze derde generatie dijk kan gefaseerd worden ingevoerd, aangezien de behoefte er niet direct is. Een derde dijk heeft echter wel ruimte nodig, hij kan van 0-50 km van de huidige winterdijk geplaatst worden. Hierdoor kan hij gecombineerd worden met andere functies, zoals wonen, recreëren, een geluidscherm voor de snelweg, een verhoogde snelweg.	Perkpolder
				Wieringerrandmeer Zuidelijke dijk

1a Dijkconcepten				
Nr.	Naam	Context	Concept	Toepassingslocaties (mogelijk)
1e	Trapdijk (Leeuwen 2009)	Rotterdam Climate initiative	Gemeentewerken Rotterdam ontwikkelde de Trapdijk. Dit is een trapsgewijze dijk, waarvan de 'treden' gebruikt kunnen worden voor wegen, groen, bebouwing, parkeren, waterberging of andere functies. Omdat de Trapdijk geen talud heeft, kan alle ruimte optimaal benut worden. Ingeheide schermen vormen de verticale treden. De ruimte tussen de schermen wordt vlak gemaakt. Zo ontstaat een trapsgewijze, terrasvormige dijk. De schermen zorgen voor meer stabiliteit van de dijk en een grotere kwallengte. Gestapelde, rechthoekige of vierkante elementen vormen een waterkering.	Rotterdam



1b Dijkontwerpen op locatie						
Provincie	Nr	Project	Opgave ( en aanleiding)	Ruimtelijke overwegingen (aan de dijk)		Kenmerken ontwerp
				Buitendijks	Binnendijks	
Flevoland	2a	Lelystad, Kustvisie* (Kuiper Compagnons,2009)	<b>AANLEIDING</b> <b>=RUIMTELIJKE ORDENING</b> I.o.v. de gemeente Lelystad is een visie opgesteld voor de kust van Lelystad. Deze visie geeft richting aan de toekomst voor de kust van Lelystad	Zowel voor binnendijks als buitendijks is er een tal aan mogelijkheden geschetst. Voor buitendijks betreft het met name natuur in de vorm van wetlands en (strand-) recreatie. Wonen heeft ook buitendijks een prominente plek . Binnendijks is vooral de woonfunctie van belang.	Herkenbaar element dat uitzicht biedt over stad en land en verschillende landschappen (zoals waterlandschap, werklandschap, woonlandschap, energielandschap, museumlandschap, recreatielandschap ) met elkaar verbindt en integreert. De dijk is een verbindend element tussen de verschillende gebieden parallel aan de dijk maar verbindt ook het binnendijkse gebied met het buitendijkse gebied. (dwarsrichting).	

1b Dijkontwerpen op locatie						
Provincie	Nr	Project	Opgave ( en aanleiding)	Ruimtelijke overwegingen (aan de dijk)		Kenmerken ontwerp
				Buitendijks	Binnendijks	
Overijssel	2b	Kampen, IJsselkade (Heun en Scheninga, 2009)	<p><b>AANLEIDING = WATERVEILIGHEID</b> Masterplan IJsseldelta is een Ruimte voor de Rivier opgave. In 2006 werd het Masterplan vastgesteld. Het hoofdbestanddeel van dit Masterplan is de aanleg van een bypass, die in de toekomst bij extreme waterstanden in de IJssel het te veel aan water zal afvoeren naar de Randmeren en het IJsselmeer. Uitgangspunten zijn: de bypass, de ontwikkeling van de hoofdinfrastructuur, de toekomstige uitbreiding van Kampen, de ecologische ambities en het recreatieve gebruik op elkaar afstemmen en inpassen binnen een duurzaam en aantrekkelijk landschappelijk kader.</p>	<p>Zowel aan de binnendijkse als aan de buitendijkse zijde wordt de mogelijkheid van woningbouw onderzocht. De uiterwaarden aan de dijk zorgen voor een zacht overgang van woongebied naar bypass. Hier is ook voor natuur en recreatie. Daarnaast is infrastructuur een belangrijke opgave: zowel op de dijk als langs de dijk</p>	<p>Binnendijks ligt er met name een woningopgave. Stedelijke functies zullen hier overheersen. Ook worden er faciliteiten ontwikkeld om het watersportimago te versterken: zo wordt er een haven aangelegd.</p>	<p>Op de nieuwe dijken liggen fiets- en wandelpaden met een steeds wisselend uitzicht. De uiterwaard ten noorden van de vaargeul is ingericht als natuurzone met recreatie mogelijkheden. Hier liggen een aantal specifieke recreatievoorzieningen zoals een jachthaven of een klein strand. Het gebied ligt nabij het, gedeeltelijk door water omgeven, woongebied. Ten zuiden van de vaargeul heerst de rust van het natuurgebied.</p>

1b Dijkontwerpen op locatie						
Provincie	Nr	Project	Opgave ( en aanleiding)	Ruimtelijke overwegingen (aan de dijk)		Kenmerken ontwerp
				Buitendijks	Binnendijks	
Gelderland	2c	Munnikenland, Ruimte voor de Rivier (Vriend et al., 2007)	<b>AANLEIDING = WATERVEILIGHEID</b> Dijkverlegging conform de opgave 11 centimeter waterstanddaling bij maatgevend hoogwater. Daarnaast een impuls geven aan ruimtelijke kwaliteit.	De nieuw aan te leggen wakkere dijk is zo geplaatst dat er aansluiting plaats vind met het oude ontginningspatroon (middeleeuwen), ambities Hollandse waterlinie, N2000 doelstellingen en recreatieve wensen.	De binnendijkse zijde van de nieuw te realiseren dijk wordt geïntegreerd in het aangrenzende gebied dat belangrijke N2000 natuurdoeltypen bezit.	De dijk wordt overgedimensioneerd met een flauwer talud. In het ontwerp is aan de buitendijkse zijde een aantal terrassen opgenomen voor recreanten om te genieten van het open rivierlandschap. Deze terrassen kunnen dienst doen als bijvoorbeeld picknick- en of kampeerplaats. De binnendijkse zijde wordt beplant zodat de dijk geïntegreerd wordt in het aangrenzende N2000 gebied. De kruin geeft de karakteristieke dijkvorm aan het lichaam. Vanuit waterveiligheidsoogpunt is dit niet nodig. Dr kruin is t.b.v. de Hollandse waterlinie in het ontwerp opgenomen.
	2d	Tiel Oost, droger en mooier (Gemeente Tiel, 2008)	<b>AANLEIDING = WONINGBOUW</b> Integrale oplossing voor ruimtelijke ontwikkeling van Tiel Oost. Drijvende kracht is de woningopgave in Tiel. Tegelijkertijd biedt het kansen om de grondwateroverlast in het gebied aan te pakken. Daarnaast worden er oplossingen gezocht voor natuur en recreatieve doelstellingen.		Aan de binnendijkse zijde moet er vooral ruimte komen voor de woningbouwopgave. Door de realisatie van de dijk komt de kleine Willemspolder binnendijks te liggen en is het mogelijk om ook hier te bouwen.	

1b Dijkontwerpen op locatie						
Provincie	Nr	Project	Opgave ( en aanleiding)	Ruimtelijke overwegingen (aan de dijk)		Kenmerken ontwerp
				Buitendijks	Binnendijks	
Noord-Holland	2e	Hondsbossche en Pettemer zeewering, versterken Zwakke Schakels (Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier, 2008)	<b>AANLEIDING = WATERVEILIGHEID</b> De Hondsbossche en Pettemerzeewering is één van de acht prioritaire zwakke schakels. Deze locatie voldoet op korter termijn niet meer aan de norm. Naast versterking van de dijk, conform de norm 1:10000 jaar, wordt in het programma Zwakke Schakels ook de doelstelling gesteld om een impuls te geven aan de ruimtelijke kwaliteit van het gebied.	Het voorkeursalternatief omvat een versterking in zand aan de buitendijkse zijde van de dijk. Dit moet met name kansen bieden voor natuur en recreatie. Er wordt een verlenging van de zandige kust van Noord-Holland gerealiseerd voor met name de recreatieve kansen en uitstraling.	Het versterken van de identiteit van de kust is een belangrijk speerpunt (natuur, cultuurhistorie, etc.). Dit moet met name de recreatieve en toeristische trek naar de kust versterken. Dit uit zich in het vergroten van bestaande en aanleggen van nieuwe recreatieve en toeristische voorzieningen (campings/ bungalowparken, wandelroutes etc.) en het verbeteren van de bereikbaarheid van de kust.	Het voorkeursalternatief betreft een versterking in zand. Aan de buitendijkse teen zal door middel van zandsuppleties een buffer van zand worden opgespoten. Deze strandbuffer loopt uiteen van een breedte van 300 tot 240 m (afhankelijk van de Hondsbossche of Pettemerweering). De bestaande harde weering kan in dit geval in zijn huidige vorm blijven bestaan.

1b Dijkontwerpen op locatie						
Provincie	Nr	Project	Opgave ( en aanleiding)	Ruimtelijke overwegingen (aan de dijk)		Kenmerken ontwerp
				Buitendijks	Binnendijks	
	2f	Hoorn Edam, Dijkversterking (Arcadis, 2008; Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwarter, 2008)	<b>AANLEIDING = WATERVEILIGHEID</b> In 2006 bleek dat van het 18,7 kilometer lange tracé een lengte van 17,2 kilometer niet voldoet aan de wettelijk gestelde eisen voor de veiligheid. De dijk moet zo sterk zijn dat de statistische kans van bezwijken 1/10.000 jaar is. In 2008 is gestart met de voorbereidingen (MER) voor de dijkversterking Hoorn-Edam. Het belangrijkste doel van de dijkversterking is te voldoen aan de wettelijk vastgestelde veiligheidsnorm. Naast veiligheid dient ook rekening te worden gehouden met nevenfuncties en waarden van de dijk. De versterkingswerkzaamheden, die door het Rijk betaald worden, beginnen in 2011 en zijn waarschijnlijk in 2016 gereed	Het uiteindelijke ontwerp voor de dijkversterking zal het resultaat zijn van een integratie van veiligheid, landschap, natuur, cultuurhistorische aspecten en functies (o.a. bebouwing). Het betreft hierbij o.a. een nieuw buitendijks fietspad, herinrichting van de weg, uitbreiding recreatieve voorzieningen bij Hoorn en Fort Edam (onderdeel van de Stelling van Amsterdam), grondkoppeling met waterbergingsprojecten en extra natuurontwikkeling door realisatie van vooroevers. Daarnaast ligt er buitendijks een aantal recreatieve voorzieningen (campings, zwembad, boerencampings, jachthaven Edam) die in het versterkingsplan meegenomen moeten worden.	Er is nog geen definitief ontwerp opgesteld. Vanuit technische oogpunt zijn de volgende oplossingen mogelijk: Te lage dijk - In het geval van een te lage dijk kan de kruin worden verhoogd in combinatie met een binnenwaartse (richting land) of buitenwaartse (richting Markermeer) verplaatsing van het talud.  Onvoldoende stabiliteit- Het voorkeursalternatief betreft een versterking in zand. Aan de buitendijkse teen zal door middel van zandsuppleties een buffer van zand worden opgespoten. Deze strandbuffer loopt uiteen van een breedte van 300 tot 240 m (afhankelijk van de Hondbossche of Pettemerweering). De bestaande harde weering kan in dit geval in zijn huidige vorm blijven bestaan. In het geval van een te onstabiele dijk, kan aan de binnenzijde (richting land) of buitenzijde (richting Markermeer) een stabiliteitsberm worden aangelegd, met een eventuele verschuiving richting het Markermeer.	

1b Dijkontwerpen op locatie						
Provincie	Nr	Project	Opgave ( en aanleiding)	Ruimtelijke overwegingen (aan de dijk)		Kenmerken ontwerp
				Buitendijks	Binnendijks	
	2g	Wieringerrandmeer, masterplan (Palmboom en van Bout Stedenbouwkundige, Strootman Landschaparchitecten, 2007)	<b>AANLEIDING = RUIMTELIJKE ORDENING</b> Het Masterplan/Beeldkwaliteitplan voor het Wieringerrandmeer beschrijft de ruimtelijke kwaliteit van het gehele plangebied. Het plan is gericht op het scheppen van samenhang tussen de verschillende thema's (landschap, ecologie, water, verkeer, recreëren en wonen) met als belangrijkste drager de kwaliteit van het nieuwe landschap. Voor de realisatie van dit project zullen enkele oude dijken versterkt moeten worden en moeten ook nieuwe dijken gerealiseerd worden.		De binnendijkse zijde van de dijk wordt geïntegreerd in het nieuwe natuurgebied.	De zuidelijke dijk omsluit een grondlichaam waar grond (gerijpte specie uit onder meer Noord-Hollandse kanalen) zal worden geborgen, waardoor de ruimte tussen de dijken in de loop der jaren zal worden gevuld met grond. Hierop zal natuur zich spontaan kunnen ontwikkelen tot een waardevolle droge ecologische verbindingzone.
Zuid-Holland	2h	Noordwijk, Dijk in Duin (Arcadis, Alkyon, 2006; Hoogheemraadschap Rijnland, 2007)	<b>AANLEIDING = WATERVEILIGHEID</b> Uit het Beheerderoordeel (juni 2003) van het Hoogheemraadschap van Rijnland bleek dat de grotere golfbelasting tot gevolg heeft dat de zeewering in Noordwijk aan Zee op een termijn van 25 jaar onvoldoende sterk is om aan de norm 1:10000 te voldoen. Dit is aanleiding geweest, in combinatie met de wensen op het gebied van ruimtelijke kwaliteit, Noordwijk aan Zee tot prioritaire zwakke schakel te benoemen. Versterking is inmiddels uitgevoerd.	De 'Dijk in duin' zorgt ervoor dat de waterkering zeewaarts van de boulevard ligt. De bebouwing van boulevard ligt hierdoor binnendijks. Door de oplossing 'Dijk in duin' kunnen de bouwbeperkingen deels opgeheven worden. Er is daardoor ruimte voor ruimtelijke ontwikkelingen langs de boulevard.	Er ligt nu een zeewaartse duinverbreding van bijna vijftig meter. In het duin is een dijk aangebracht, die is afgedekt door het duin. De dijk is dus niet zichtbaar. De Noordwijkse kust was de eerste in Nederland die versterkt werd door middel van een dergelijk soort 'Dijk in duin'.	

1b Dijkontwerpen op locatie						
Provincie	Nr	Project	Opgave ( en aanleiding)	Ruimtelijke overwegingen (aan de dijk)		Kenmerken ontwerp
				Buitendijks	Binnendijks	
	2i	Rotterdam, Boompjes* (In studie worden ook mogelijkheden voor locaties Brieselaan, Nieuwe Mathenesse, stadionpark ontworpen) (Boer, et all., 2010)	<b>AANLEIDING = RUIMTELIJKE ORDENING</b> Programma Kennis voor Klimaat: Innovatieve Dijkconcepten voor vier studielocaties in Rotterdam. De waterkeringen voldoen op dit moment nog aan de gestelde normen. De verwachting is dat op termijn (over 25 jaar) de dijk alsnog versterkt moet worden. Vraag is nu of je bij de herstructurering van stedelijke gebieden ook de waterkering al mee kan nemen.	Afhankelijk van het ontwerp wordt het lichaam als kade ontworpen (scherpe grens water land). In andere ontwerpen betreft het een dijkvorm met een vloeiende overgang tussen water en land.		Voor het realiseren van de deltadijk worden verschillende technische oplossingen voorgedragen: 1 park met terrassen (in grond verzetten), 2 Kistdam, 3 park met zachte oever aan de Maas (in grond verzetten), 4 damwand en 5 geïntegreerde tunnelwand. De technische oplossingen, met uitzondering van verzetten in grond, maken het mogelijk om constructies, zoals een parkeergarage, in de dijk te bouwen. Deze oplossingen moeten de structurele <b>integriteit</b> van het technisch profiel waarborgen.
	2j	Rotterdam, Waterwegencentrum* (Innovatie en kennisprogramma, 2009)	<b>AANLEIDING = GEBIEDSONTWIKKELING</b> Het Waterwegencentrum is onderdeel van het gebiedsplan Kaap de Goede Hoek. Omdat het plangebied grotendeels buitendijks ligt, moest een deel van het tracé van de waterkering worden verlegd. Hierdoor komt het plangebied binnendijks te liggen. Delfland heeft in 2006 na het opstellen van Projectnota / Milieueffectrapport Tracéwijziging Primaire Waterkering Hoek van Holland ingestemd met de aanleg van de nieuwe kering. Uit oogpunt van veiligheid, en rekening houdend met andere waarden, is ingestemd met een waterkering die zo dicht mogelijk de kustlijn volgt.			

1b Dijkontwerpen op locatie						
Provincie	Nr	Project	Opgave ( en aanleiding)	Ruimtelijke overwegingen (aan de dijk)		Kenmerken ontwerp
				Buitendijks	Binnendijks	
			Hierdoor kan de ontwikkeling van het project 'Kaap de Goede Hoek' voortgezet worden.			
	2k	Scheveningen Boulevard (Arcadis, Alkyon, 2008)	<b>AANLEIDING = WATERVEILIGHEID</b> Scheveningen is één van de 10 Zwakke Schakel projecten die voor 2020 gerealiseerd moet zijn langs de Nederlandse kust . De resultaten uit een toets uitgevoerd in 2006, die werd uitgevoerd naar aanleiding van nieuwe inzichten in golfaanslag, bleken tien plekken na 2020 niet meer aan de norm te voldoen. Scheveningen is daarnaast nog een van de acht die een prioritaire status heeft. Het versterken van de zeewering moet daar hand in hand gaan met maatregelen die de natuur, het landschap, economische functies en/of de recreatie.	Aansluitend op het zandbanket wordt in zeewaartse richting en in noordelijke en zuidelijke richting het strand verhoogd door een zandsuppletie waardoor het strand met maximaal 90 m verbreed wordt. Dit vergroot de recreatieve capaciteit van het strand.	Het karakter van het binnendijkse gebied wordt versterkt. Dit ondersteunt de beleidsdoelstelling om de identiteit van kustplaatsen voor de recreatieve en toeristische sector te vergroten. De versterking van de kering biedt kansen voor de lang verwachte verbinding tussen de drie Scheveningse punten: bad, dorp en haven. De boulevard moet een prominent publiek karakter krijgen.	De dijk wordt gecombineerd met een hoog en breed strand die een eerste golfaanval moet remmen. Hierdoor kan de dijk lager worden gehouden om uitzicht op zee te behouden. Het ontwerp kenmerkt zich door de gebogen boulevard, die de historische kustlijn van Scheveningen volgt. De nieuwe boulevard is bovendien opgebouwd uit verschillende hoogteniveaus.



1b Dijkontwerpen op locatie						
Provincie	Nr	Project	Opgave ( en aanleiding)	Ruimtelijke overwegingen (aan de dijk)		Kenmerken ontwerp
				Buitendijks	Binnendijks	
Zeeland	2l	Collijnsplaat, gebiedsvisie (RDH architecten en stedenbouwkundigen, 2009)	<b>AANLEIDING = RUIMTELIJKE ORDENING</b> Gemeente Noord-Beveland heeft contact gelegd met het platform Klimaatdijk voor een ruimtelijke visieontwikkeling van Colijnsplaat.	In het buitendijkse gebied moet de havenvoorziening verbeterd worden. Ook moet er verblijfsruimte voor recreëren aan het water komen.	De identiteit van Collijnsplaat moet versterkt worden. Dit moet mede gefaciliteerd worden door het dorp met het water te verbinden. De overgang moet gefaciliteerd worden door het herinrichten van het oude haventerrein. Het haventerrein komt tegen de dijk aan te liggen. Het water moet makkelijk over de dijk te bereiken zijn.	
	2m	Ellewoutsdijk project, Comcoast* (Houtekamer, 2007)	<b>AANLEIDING = WATERVEILIGHEID</b> De twee parallelle dijken die voor het dorp Ellewoutsdijk liggen voldoen sinds 1996 niet meer aan de norm 1:4 000. De situatie rond het fort Ellewoutsdijk, gelegen tussen de twee zeedijken, maakten het niet mogelijk om een	Het behoud en beschermen van de cultuurhistorische waarde is een van de belangrijkste speerpunten geweest bij de realisatie van de pilot Ellewoutsdijk. Daarnaast is het haventje opgenomen als belangrijk element	De beide dijken aan weerskanten van het fort worden versterkt. De oude, zeewaarts gelegen dijk, is aan de voet versterkt met stenen en asfalt en op de top met beton elementen. Ook de kam en de binnenkant van de dijk zijn extra versterkt. Op deze wijze biedt de dijk	

1b Dijkontwerpen op locatie						
Provincie	Nr	Project	Opgave ( en aanleiding)	Ruimtelijke overwegingen (aan de dijk)		Kenmerken ontwerp
				Buitendijks	Binnendijks	
			traditionele dijkversterking uit te voeren. Dit zou ten koste gaan van het fort. ComCoast heeft in de pilot Comcoast onderzocht of het mogelijk was de bekleding sterker te maken. Deze technische oplossing maakt dat in extreme situaties de hoogste golven over de zeevaartse dijk kunnen slaan zonder dat de dijken daardoor bezwijken. Overgeslagen water wordt vervolgens weggepompt.	binnen het project. Andere functies zijn niet duidelijk aan de orde geweest binnen dit plan.		weerstand tegen overslaand zeewater. De binnenste dijk is ook versterkt waardoor een brede kustverdedigingstrook is ontstaan. Overslaand water wordt ingedamd tussen de zeevaartse en landwaartsedijk. Hierdoor heeft het dorp niet direct wateroverlast.
	2n	Perkpolder, project Perkpolder (Houtekemer, 2007)	Project Perkpolder is een integrale gebiedsontwikkeling waarin woningbouw, buitendijkse natuur en recreatie moeten zorgen voor een nieuwe economische pijler in de kop van Hulst. Het project Perkpolder houdt rekening met de stijging van de zeespiegel ten gevolge van klimaatveranderingen. In het plangebied zijn drie innovaties opgenomen die het kustgebied op lange termijn veiliger en aantrekkelijker maken om in te wonen, te ondernemen en te recreëren. De innovaties zijn ontwikkeld binnen het Europese project ComCoast.	Het gehele binnendijkse en buitendijkse gebied wordt multifunctioneel ingericht. Leidend voor de inrichting en het ontwerp van het gebied is de natuurlijke dynamiek geweest: overstromingen zijn toegestaan en bieden kansen voor recreatieve ontwikkelingen in een hoogwaardig natuurgebied (gekenmerkt door schor- en sliknatuur). Deze natuurlijke aanslibbing biedt daarnaast een natuurlijke buffer voor overstromingen. Alle structuren (o.a. recreatieve woningen) worden op terpen gebouwd		In het ontwerp zullen de volgen elementen worden gerealiseerd om de polder klimaatbestendig te maken: 1. Het voormalige veerplein wordt nog verder verhoogd tot een megaterp. Op deze terp op dijkhoogte komt een nieuw dorpje met wijds uitzicht over de Westerschelde. 2. Het buitendijkse natuurgebied groeit door de dagelijkse aanvoer van slib uit de Westerschelde van nature mee met de zeespiegel. Daardoor ontstaat een schor dat de golven dempt en een buffer vormt voor de dijk. 3. In de polder westelijk van de voormalige veerhaven worden de woningen op terpen gebouwd. Tezamen met de waterrijke golfbaan is er daardoor in de toekomst een alternatief voor het verhogen van de dijk.

1b Dijkontwerpen op locatie						
Provincie	Nr	Project	Opgave ( en aanleiding)	Ruimtelijke overwegingen (aan de dijk)		Kenmerken ontwerp
				Buitendijks	Binnendijks	
	2o	Vlissingen (Nolle Westduin), Kustverbeteringsplan (Waterschap Zeeuwse Eilanden, 2007)	<b>AANLEIDING = WATERVEILIGHEID</b> De Nolledijk is één van de acht zwakke schakels. Uit het beheerderoordeel uit 2003 (en vervolgens ook uit de reguliere toetsing uit 2005/2006) bleek dat tijdens een superstorm meer dan 1 liter water per strekkende meter per seconde over de Nolledijk slaat. Dit overslaand water kan erosie van het binnentalud veroorzaken indien dit niet voldoende beschermd is. Het binnentalud van de Nolledijk is onvoldoende erosiebestendig. In het kader van het Project Zwakke Schakels wordt naast veiligheid ook verbetering van de ruimtelijke kwaliteit nagestreefd.			
	2w	Yerseke, getijdenterrasdijk (Jong, et al., 2009)	Dit plan is tot stand gekomen door een samenwerking in het kader van de Delta Water Award 2009.	De dijk kan multifunctioneel gebruikt worden door de terrassen. Dit concept zou ingepast kunnen worden in verschillende gebieden (landelijk/stedelijk). Uitbouw vindt aan zeezijde plaats waardoor er geen ruimte geclaimd wordt aan de zeezijde. De functionaliteit van het omringende gebied hangt dus af van de functionaliteit die er bestaat. In een stedelijke situatie zou eventueel ook woningbouw gerealiseerd worden (zie concept trapdijk).	De Getijdenterrasdijk bestaat uit een reguliere dijk, waarbij aan de zeezijde verschillende terrassen zijn aangebracht. Op deze terrassen biedt de dijk, afhankelijk van de aanwezige getijhoogten, aanleghoogte terras ruimte aan verschillende functies. De Getijdenterrasdijk vormt zo met zijn verschillende functies de verbinding tussen het water, de dijk en het binnendijkse gebied.	

1b Dijkontwerpen op locatie						
Provincie	Nr	Project	Opgave ( en aanleiding)	Ruimtelijke overwegingen (aan de dijk)		Kenmerken ontwerp
				Buitendijks	Binnendijks	
	2q	Zwin, Klimaatdijk (Grontmij, 2008)	Deze Klimaatdijk is door de Grontmij als innovatie gepresenteerd op de door de provincie Zeeland georganiseerde bijeenkomst 'Innovatie ontmoet locatie'. Dit heeft geleid tot een uitnodiging van de provincie Zeeland aan de Grontmij om een ontwerp te maken voor een Klimaatdijk rondom het Zwin. Deze dijk moet het uitbreiden van dit unieke inter-getijdengebied ondersteunen. Het ontwerp is gepresenteerd op de door de provincie Zeeland op 26 november 2008 gehouden conferentie "innovatielocatie zoekt financiering".	De dijk krijgt met name een natuurlijk karakter door de uitvoering dijk in duin.		De klimaatdijk wordt uitgevoerd volgens het 'dijk in duin' principe, zoals dat met succes is toegepast op de zeewering van Goeree (Het Flaauwe Werk) en aan de Noordwijkse boulevard. De veiligheid wordt gegarandeerd door de aanleg van een zeewerende dijk, die vervolgens wordt verpakt in een zandlichaam.
	2r	Superlevee Japan (Fukami, 2008)	Stedelijke ontwikkeling en veiligheid		stedelijk	

\* Van deze voorbeelden zijn geen profielafbeeldingen beschikbaar

Met betrekking tot blanco cellen is er geen concrete informatie gevonden

Tabel A.1 Voorbeelden gesorteerd op vormtype

Vorm	Type locatie	Landelijk/stedelijk	Gebruik op de dijk	Gebruik in de dijk (ondergronds)	Gebruik aan de dijk (buitendijks)	Gebruik aan de dijk (binnendijks)	Voorbeeld	nr. in tabel Longlist	Status
binnendijks	Estuarium	Stedelijk	infra, rec		wonen, industr.	infra, industr.	Rotterdam Nieuw Mathenessendijk ( alt 1)		case study
binnendijks	Estuarium	Stedelijk	stedelijke functies	parkeer	kade	int. Wonen, werken, rec	Rotterdam Stadionpark: Integrale klimaatdijk		case study
binnendijks	Rivier	Stedelijk (matig)	rec		nat, rec	wonen	Tiel oost	9	voorkeurs scenario
binnendijks	Zee	Landelijk (met uitzondering)	rec		nat, rec	infra (wonen, nat)	Hondsbossche & Pettemer Zeewering (Alt1)	10	MER alternatief
binnendijks	Zee	Stedelijk	infra, rec		nat, wonen (op palen)	wonen (op palen)	Den Helder, Terrasstad (WINN-concept)	1a	idee/visie
binnendijks			situatie afhankelijk				Overloopdijk	1b	vormconcept
binnendijks			wonen				Terpendijk	1c	vormconcept
buitendijks	Meer	Landelijk (met uitzondering)			nat, rec	wonen, agra	Hoorn-Edam (voorbeeld 3)	2f	MER alternatief
buitendijks	Meer	Landelijk (met uitzondering)	infra		nat,rec	wonen, agra	Hoorn-Edam (voorbeeld 5)	2f	MER alternatief
buitendijks	Meer	Landelijk (met uitzondering)					Hoorn-Edam (voorbeeld 7)	2f	MER alternatief
buitendijks	Rivier	Landelijk	nat, rec		nat,	nat	Munnikenland (doorsnee 10,	2c	def. inrichtingsplan

Vorm	Type locatie	Landelijk/stedelijk	Gebruik op de dijk	Gebruik in de dijk (ondergronds)	Gebruik aan de dijk (buitendijks)	Gebruik aan de dijk (binnendijks)	Voorbeeld	nr. in tabel Longlijst	Status
					cultuurhistorie		nieuwe dijk)		
buitendijks	Rivier	Landelijk	nat, rec		nat, cultuurhistorie	nat	Munnikenland (doorsnee 9, nieuwe dijk)	2c	def. inrichtingsplan
buitendijks	Zee	Landelijk (met uitzondering)	rec		nat, rec	infra (wonen, nat)	Hondsbossche & Pettemer Zeewering (Alt2)	2e	MER voorkeursalt.
tweezijdig	Estuarium	Stedelijk	rec		rec	infra	Rotterdam Boompjes :Verparkeren	2i	case study
tweezijdig	Meer	Landelijk (met uitzondering)	infra		nat, rec	wonen, agra	Hoorn-Edam (voorbeeld 1)	2f	MER alternatief
tweezijdig	Meer	Landelijk (met uitzondering)	infra		nat, rec	wonen, agra	Hoorn-Edam (voorbeeld 2)	2f	MER alternatief
tweezijdig	Meer	Landelijk (met uitzondering)	infra		nat, rec	wonen, agra	Hoorn-Edam (voorbeeld 6)	2f	MER alternatief
tweezijdig	Zee	Landelijk	infra		nat, rec	wonen	Colijnsplaat	2l	case study
tweezijdig	Zee	Landelijk	infra, rec		agra (zilte teelt), rec, nat	rec	Yerseke	2w	case study
tweezijdig	Zee	Landelijk (met uitzondering)	rec		nat, rec	infra (wonen, nat)	Hondsbossche & Pettemer Zeewering (Alt4)	2e	MER alternatief
tweezijdig	Zee	Stedelijk	wonen		wonen	wonen	Den Helder, Dijkstad	1a	idee/visie
constructieve oplossing	Estuarium	Stedelijk	wonen, werken	wonen, werken	stedelijke functies	stedelijke functies	Rotterdam, Brielse laan : Juridisch innovatieve dijk	2i	case study

Vorm	Type locatie	Landelijk/stedelijk	Gebruik op de dijk	Gebruik in de dijk (ondergronds)	Gebruik aan de dijk (buitendijks)	Gebruik aan de dijk (binnendijks)	Voorbeeld	nr. in tabel Longlist	Status
constructieve oplossing	Estuarium	Stedelijk					Rotterdam Boompjes, compacte constructie	2i	case study
constructieve oplossing	Estuarium	Stedelijk	stedelijke functies	infra		stedelijke functies	Rotterdam Boompjes: stadsbalkon	2i	case study
constructieve oplossing	Estuarium	Stedelijk	stedelijke functies	infra		stedelijke functies	Rotterdam Brielse laan (profiel 1)	2i	case study
constructieve oplossing	Meer	Landelijk (met uitzondering)	infra		nat, rec	wonen, agra	Hoorn-Edam (voorbeeld 9)	2f	MER alternatief
constructieve oplossing	Zee	Landelijk (met uitzondering)	rec		nat, rec	infra (wonen, nat)	Hondsbossche & Pettemer Zeewering (Alt3)	2e	MER alternatief
brede waterkeringszone	Estuarium	Landelijk	infra, rec		nat, rec	wonen, agra	Perkpolder	2n	MER voorkeursalt.
brede waterkeringszone	Meer	Landelijk	nat, rec		nat, rec	agra	Wieringerrandmeer	2g	inpassingsplan
brede waterkeringszone	Meer	Landelijk (met uizondering)	infra		nat, rec	wonen, agra	Hoorn-Edam (voorbeeld 4)	2f	MER alternatief
brede waterkeringszone	Rivier	Matig stedelijk	wonen		nat, rec	wonen	Kampen Bypass	2b	MER voorkeursalt.
brede waterkeringszone	Zee	Stedelijk	wonen, rec		nat, rec	wonen	Den Helder, Zeestad	1a	idee/visie

Vorm	Type locatie	Landelijk/stedelijk	Gebruik op de dijk	Gebruik in de dijk (ondergronds)	Gebruik aan de dijk (buitendijks)	Gebruik aan de dijk (binnendijks)	Voorbeeld	nr. in tabel Longlijst	Status
brede waterkeringszone			situatie afhankelijk		situatie afhankelijk	situatie afhankelijk	Trippledijk	1d	vormconcept
Gecamoufleerd	Estuarium	Stedelijk	infra		wonen, industr.	infra, industr.	Rotterdam Nieuw Mathenessendijk (alt2)	2i	case study
gecamoufleerde dijk	Estuarium	Stedelijk	stedelijke functies		stedelijke functies	stedelijke functies	Rotterdam Boompjes: Sawapark	2i	case study
gecamoufleerde dijk	Zee	Stedelijk	rec		rec, ( nat)	wonen, werken	Noordwijk	2h	uitgevoerd
gecamoufleerde dijk	Zee	Stedelijk	rec, infra, wonen, werken		rec	wonen, rec, werken, cult. hist.	Scheveningen boulevard	2o	in uitvoering
gecamoufleerde dijk	Zee	Stedelijk	rec		rec, (nat)	infra, rec, nat	Vlissingen	2k	uitgevoerd
gecamoufleerde dijk	Zee/ Estuarium	Landelijk	nat, rec		nat	agra, nat, rec, cultuurhistorie	Het Zwin	2q	case study
gecamoufleerde dijk		Stedelijk	stedelijke functies		stedelijke functies	stedelijke functies	Trapdijk	1e	vormconcept
materiaalaanpassing	Estuarium	Landelijk	rec		nat, rec, cultuurhistorie ?	wonen, nat	Ellewoutsdijk, overslagbestendige dijk (bekleding talud)	2m	uitgevoerd
niet gespecificeerd	Meer	Matig stedelijk	infra		nat, wonen en rec	wonen, natuur	Lelystad	2a	idee/visie



## B Verslag ontwerp sessie met bureaus

### Deelnemers

#### Yttje Feddes & Yoran van Boheemen

Betrokken bij dijken sinds 1988 (Een Scherpe Grens) in het bijzonder rivierdijken en kustversterkingen. Betrokken bij de duinen van de kop van Noord Holland, Veenkades, Hondsbossche zeewering en de zwakke schakels.

#### Steven Slabbers

Veel gedaan in het benedenrivierengebied, Overdiepsche polder, Ramspol, beeldkwaliteitplan Afsluitdijk, en heeft een toolbox compartimenteringstudie gemaakt (ook in Louisiana gepresenteerd) (Herman van der Most betrokken vanuit Deltares) en dijk-in-duin concept.

#### Robbert de Koning

Heeft veel gewerkt aan dijktypen in het benedenrivierengebied. Daarnaast meegewerkt aan projecten in Noordwaard (o.a. Fort Werkendam), compartimenteringstudie Dijkkring 43, Almere, verder aan ateliers in Friesland rond peilstijging IJsselmeer en de boeken Rivieren & Inspiratie en Dankzij de Dijken.

#### Kees Vlak

Diverse projecten op het Raakvlak waterveiligheid en ruimtelijke ordening.

### Doel van de workshop

Opgave in het project Deltadijken-ruimtelijk cluster is de verschillende mogelijke verschijningsvormen van deltadijken te verkennen, een inzicht te geven in de ruimtelijke effecten van de deltadijken en vervolgens de ruimtelijke kansen die deltadijken te bieden hebben voor meervoudig gebruik en ruimtelijke kwaliteit inzichtelijk te maken.

Binnen dat kader heeft deze workshop de volgende doelen:

- Uitwisselen van kennis en ervaring omtrent ontwerpen van deltadijken
- Het waar mogelijk formuleren van ontwerprichtlijnen voor deltadijken in het landschap door het voeren van een dialoog aan de hand van verschillende cases.

### Schetssessies Cases

#### Cases

Na de presentaties en de daarop ontstane discussie werd er in twee groepen verder gewerkt aan een viertal cases te weten:

#### **Groep 1** (Robbert de Koning, Yoran van Boheemen, Otto Levelt, Hans Balfort, Frans Klijn)

- Scheveningen
- Lelystad

## Groep 2 (Yttje Feddes, Steven Slabbers, Lybrich van der Linden, Maaïke Bos)

- Grebbedijk
- Rotterdam

### Case 1 Scheveningen (veiligheid)



— begrenzing landwaartse kernzone  
— begrenzing beschermingszone

#### Prioritaire zwakke schakel (2020)

**Dijkconcept:**

- Oversterkte en hoogte profiel
- Veiligheid over 100 jaar met max. klimaatscenario
- Gecombineerd met hoog breed strand
- Meekoppelen van functies (kenmerken)

**Kenmerken**

- Boulevard
- Scheveningen gelegen achter de kering
- Economie (toeristische voorzieningen)
- Strandrecreatie
- Identiteit versterken kustplaatsen

#### Analyse:

Het gaat hier om de versterking van een zwakke schakel, gelegen aan het eind van de Keizerstraat. Reden van het feit dat dit een zwakke schakel is ligt in het feit dat er voor dit punt te weinig zand ligt en het in berekeningen daardoor als zwakke schakel naar voren komt. Het heeft niet te maken met een eventuele (te) lage ligging. Daarnaast is er veel buitendijkse bebouwing te vinden in het gebied.

Grofweg is de omgeving van de zwakke schakel in 4 zones te verdelen. Van N naar Z zijn dit:

- Duinen + strand
- Residentieel + boulevard (buitendijkse bebouwing). In dit gebied is ook de zwakke schakel gelegen.
- Industrie en haven (buitendijkse bebouwing)
- Duinen en strand met bebouwing erachter

In het volgende figuur is bovenstaande indeling weergegeven.



Figuur 1.1: **Zoning Scheveningse kust, met daarin de verschillende te onderscheiden keringslijnen.**

In het gebied zou men 3 verschillende waterkeringslijnen kunnen onderscheiden (ook weergegeven in figuur 1.1):

- Juridische primaire kering (die ter hoogte van de boulevard theoretisch is)
- “natuurlijke” waterkering (die de hoogste punten met elkaar verbindt)
- Eventueel gewenste waterkering (front boulevard)

Belangrijke kwaliteit van het gebied direct rond de zwakke schakel is nu het visuele contact dat men van de boulevard met de zee heeft (schets in figuur 1.2).

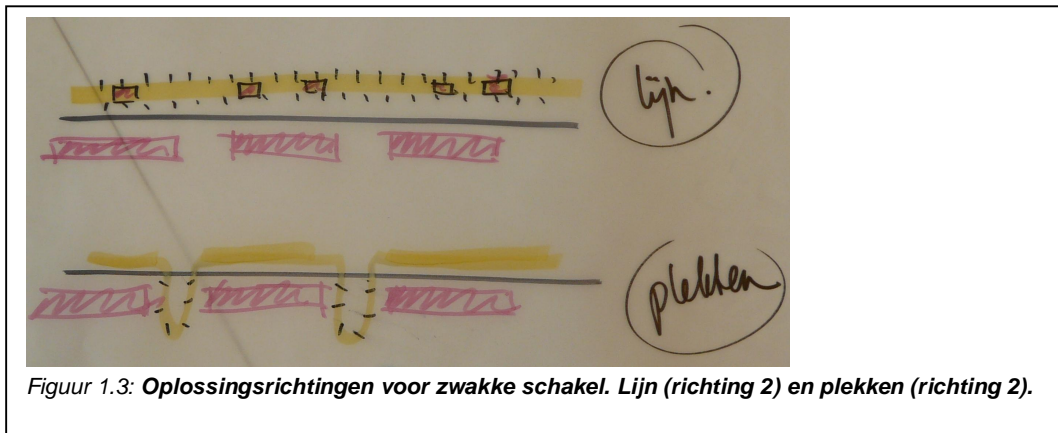
Door strandsuppleties en/of aanleg zandmotor zal het strand breder worden.



Figuur 1.2: **Schetsen met weergave contact zee – boulevard en mogelijke ondergrondse multifunctionaliteit boulevard.**

Vragen:

- Hoe houden we de buitendijkse bebouwing in stand?
- Hoe lossen we zwakke schakel op?
- Hoe behouden of versterken we de identiteit/kwaliteit van het gebied?



Figuur 1.3: Oplossingsrichtingen voor zwakke schakel. Lijn (richting 2) en plekken (richting 2).

### Oplossingsrichtingen:

Gekeken is naar een tweetal oplossingsrichtingen (figuur 1.3).

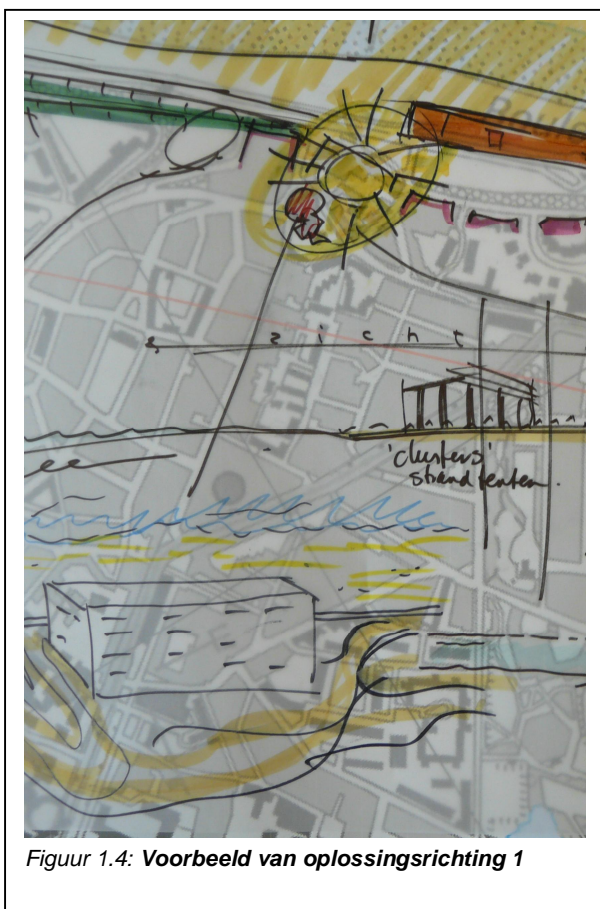
#### Richting 1:

Op dit moment is in het bebouwde gebied weinig van de duinen te zien/merken. Door nu de duinen het residentiële gebied binnen te laten (m.a.w. Zand het gebied in) zou de zwakke schakel opgelost moeten kunnen worden.

Hiermee zal het gebied meer gekarakteriseerd worden als bebouwing in de duinen dan nu

het geval is. Er komen intrusies van zandlichamen in het stedelijk weefsel.

Dit bleek lastig te realiseren en dus zou een oplossing kunnen zijn dit principe slechts ter plekke van de zwakke schakel toe te passen en verder niets aan het gebied aan te passen. Hiermee wordt de zwakke schakel versterkt. Een voorbeeld hiervan is weergegeven in figuur 1.4.



Figuur 1.4: Voorbeeld van oplossingsrichting 1

#### Richting 2:

In plaats van de zwakke schakel los aan te pakken zou deze aangepakt kunnen worden door de boulevard als geheel te verstevigen. Een nieuwe boulevard, die steviger en hoger is zou aan de zeezijde van de huidige boulevard aangelegd kunnen worden. Dit biedt mogelijkheden voor het aanleggen van nieuwe bebouwing op de boulevard. Eventueel aan weerszijden van de boulevard. Deze bebouwing kan dan zo vormgegeven worden dat het een oriëntatie heeft naar zowel de zee als naar de boulevard.

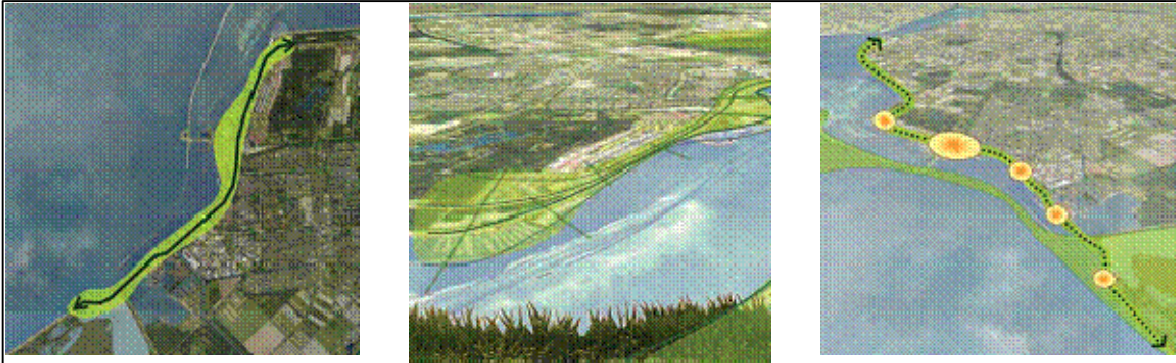
Boulevard zou zodanig sterk gemaakt kunnen worden dat dit de primaire kering wordt in plaats van de huidige (theoretische) kering. Het zou dan dus een deltadijk kunnen worden.

Lastig is de tijdshorizont te beoordelen in relatie tot het probleem (met andere woorden hoe duurzaam de oplossing zou moeten zijn).



**Figuur 1.5: Overzicht van een mogelijke oplossing met verbreed strand, op de zwakke schakel een intrusie, een versterking van de kwaliteit van de haven en een robuuste boulevard.**

## Case 2 Lelystad (opgave stedelijke ontwikkeling)



### Visie die richting aan de toekomst voor de kust van Lelystad

#### De dijk:

- Dijk als langs en dwars verbinding
- Buitendijks opgaven voor natuur recreatie en wonen
- Binnendijks met name een opgave voor woningbouw

#### Gebied

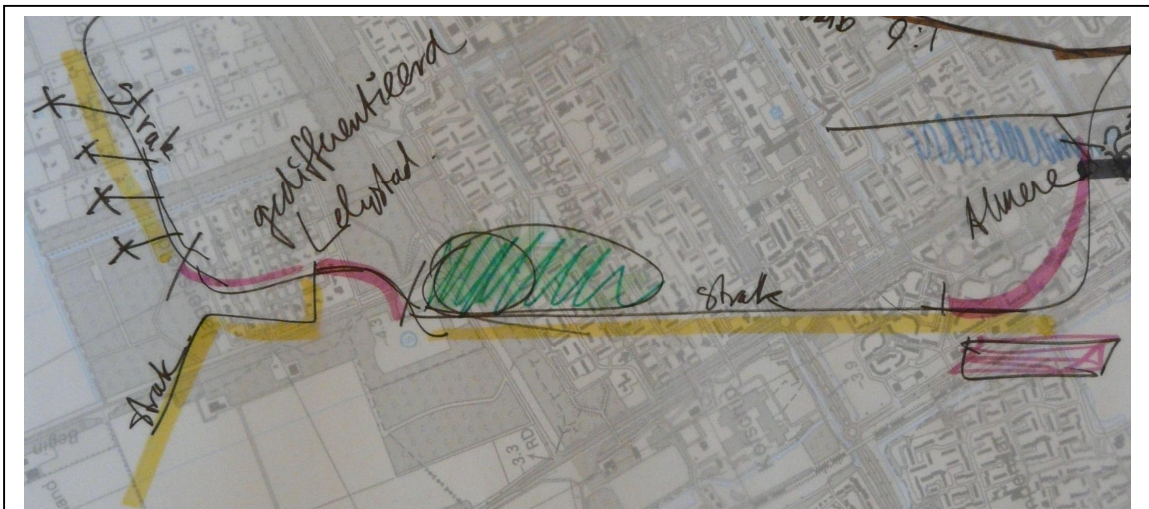
- IJsselmeer
- Lelystad
- Oostvaardersplassen

#### Analyse:

Insteek van het eventueel aanleggen van een deltadijk zou zijn een gebiedsontwikkeling op gang te krijgen. De huidige dijk voldoet aan de norm en hoeft niet opgehoogd/verbreed te worden. Als gevolg van de aanbevelingen van het Deltaprogramma zal het peil van het IJsselmeer waarschijnlijk opgezet gaan worden, terwijl dat van het Markermeer gelijk blijft. Het waterniveaunderschil tussen deze twee waters zal dus groter worden en mogelijk wel gevolgen hebben voor de vorm van de Houtribdijk die dwars op de dijk langs Lelystad ligt. De dijk langs het IJsselmeer en de Markermeer vormt de ruggengraat van het gebied. Evenwel is het gebied als geheel afgekeerd van deze lijn. De IJsselmeer- en Markermeerdijken van de Flevopolder zijn als volgt te karakteriseren (van Noord naar Zuid):

- Ten N van Lelystad een strakke dijk
- Ter hoogte van Lelystad rommelig
- Vanaf Knardijk een strakke dijk
- Ter hoogte van Almere rommelig

Conclusie die hieruit getrokken kan worden is dat trajecten langs stedelijk gebied een ander (rommeliger) karakter hebben dan de overige dijktrajecten. Figuur 2.1 is hiervan een schematische tekening.



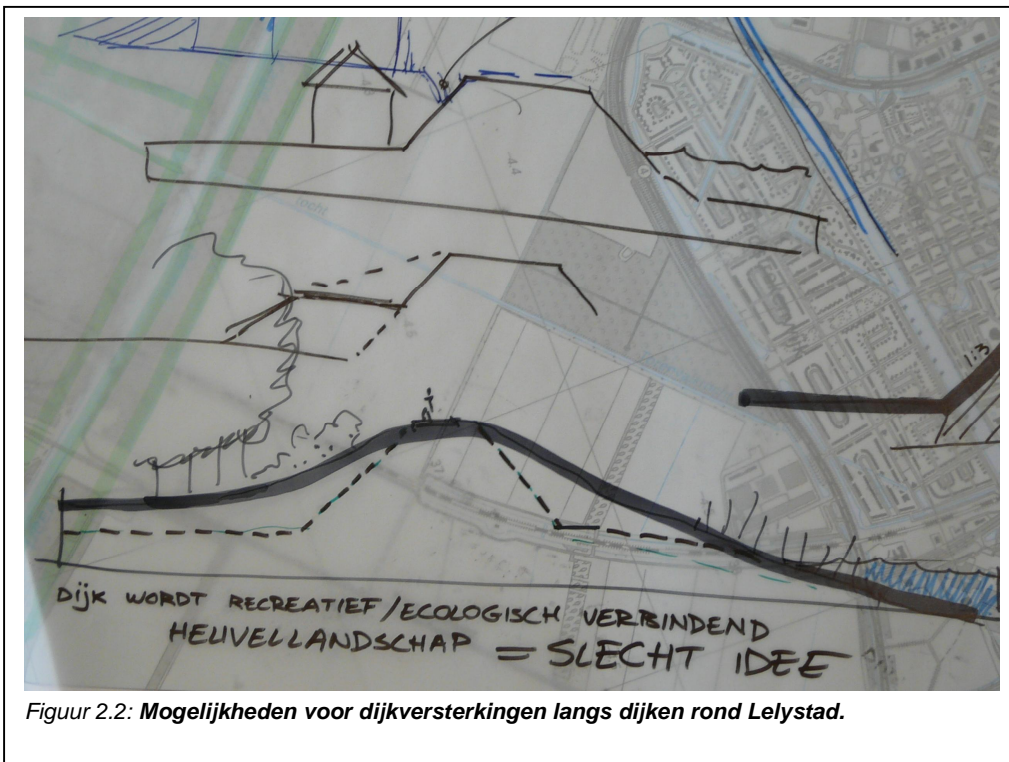
Figuur 2.1: Schematische tekening van de dijken rond Lelystad.

Vragen:

Kering breder en natuurondersteunend maken.

Combinatie natuur en recreatie realiseren in dijkzone.

Harde grens tussen land en water (dijk nu) verzachten, waarbij de relatie land met het water - waar mogelijk- versterkt zou moeten worden.



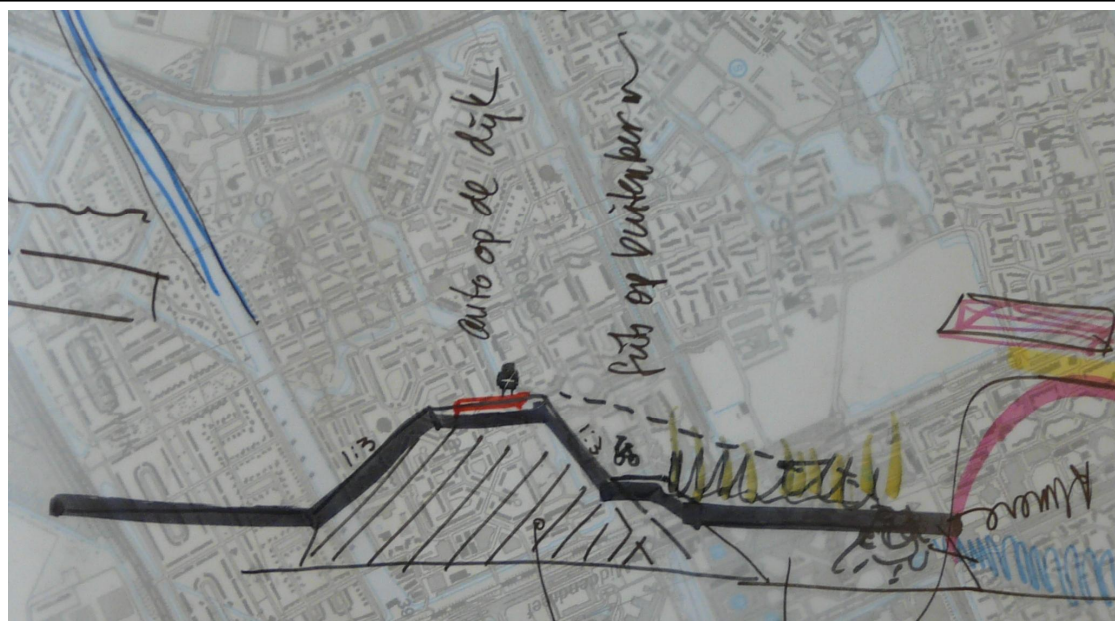
Figuur 2.2: Mogelijkheden voor dijkversterkingen langs dijken rond Lelystad.

Oplossingsrichtingen:

Er is een aantal verschillende oplossingen mogelijk om de vragen te beantwoorden.

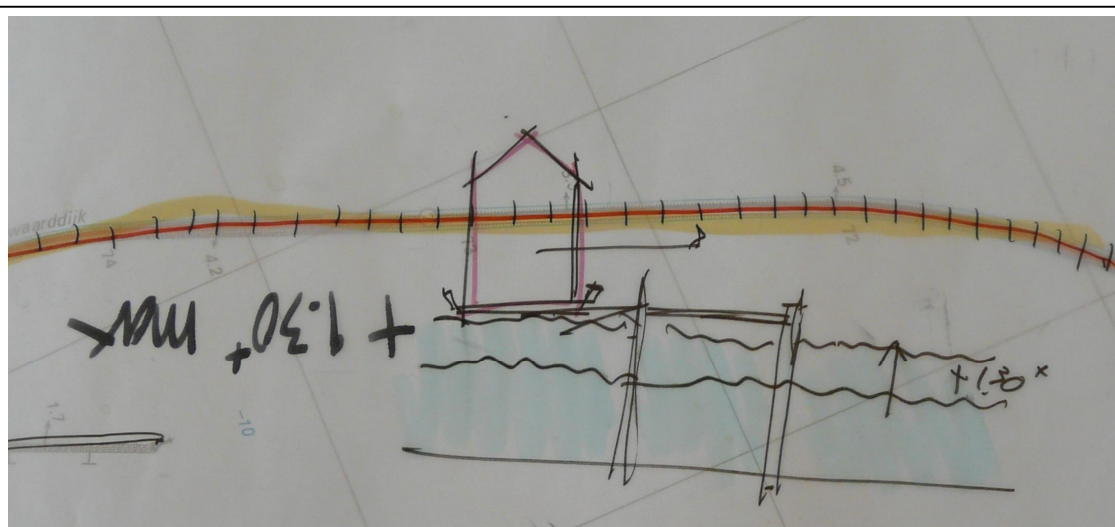
Beperking is niet de ruimte die beschikbaar is. Wel zou bij het vinden van een oplossing goed gekeken moeten worden naar de inpassing van een oplossing bij het huidige karakter van de dijk. In figuur 2.2 is een aantal mogelijkheden geschetst.

De natuurfunctie van de dijk zou versterkt (aangebracht) kunnen worden door baggerspecie te gebruiken om een moeras (rietland) voor de dijk aan te leggen. Voorlangs de dijk zou dan ook een fietspad aangelegd kunnen worden. Hierbij wordt natuur (moeras) en recreatie (fiets/wandelpad) gecombineerd en de zichtbaarheid van het water voor de recreanten op het land versterkt. In figuur 2.3. is te zien hoe dit er in doorsnede uit zou kunnen zien.



Figuur 2.3: **Dijk met natuurlijke vooroever.**

Daar waar bebouwing gewenst is zou eventueel op palen in het IJsselmeer/Markermeer gebouwd kunnen worden. De gehele ontsluiting van een dergelijk buitendijks gebied zou ook op palen moeten liggen. In figuur 2.4 is een aanzet tot deze oplossing geschetst.



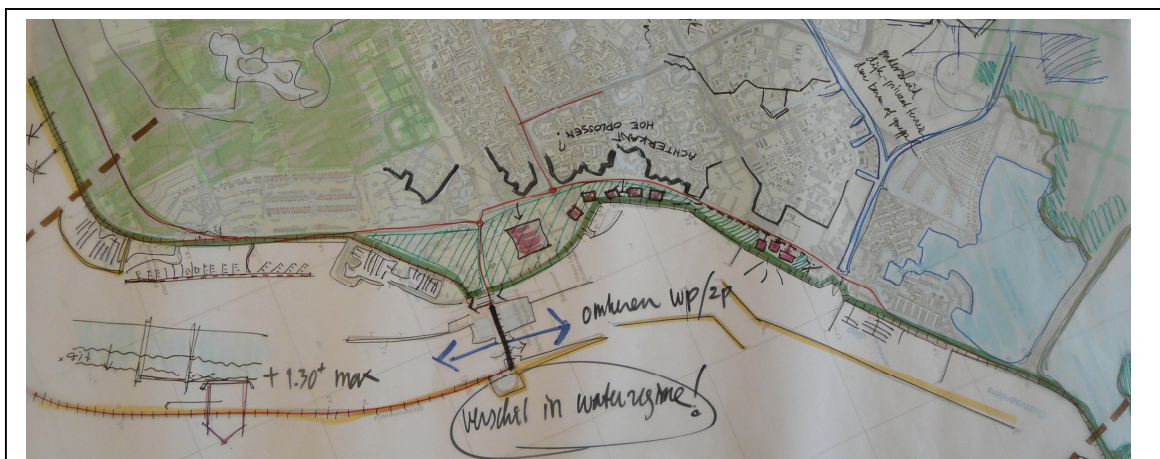
Figuur 2.4: **Bebouwing op palen in het IJsselmeer.**



Een derde mogelijkheid tot het aanpassen van de dijk is door deze aan de binnendijkse zijde te verbreden. Hiermee zou het aanleggen van niet buitendijkse woningen met uitzicht op water mogelijk gemaakt worden.

Een combinatie van oplossingen is weergegeven in figuren 2.5 en 2.6.

Aandachtspunt is hoe om te gaan met de verschillen tussen de Markermeer- en IJsselmeerkust, tussen dijktrajecten met een stedelijk karakter en een niet stedelijk karakter.

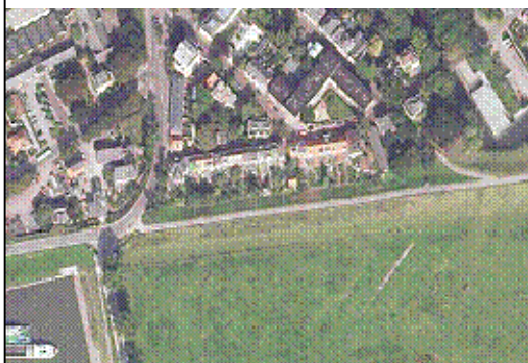
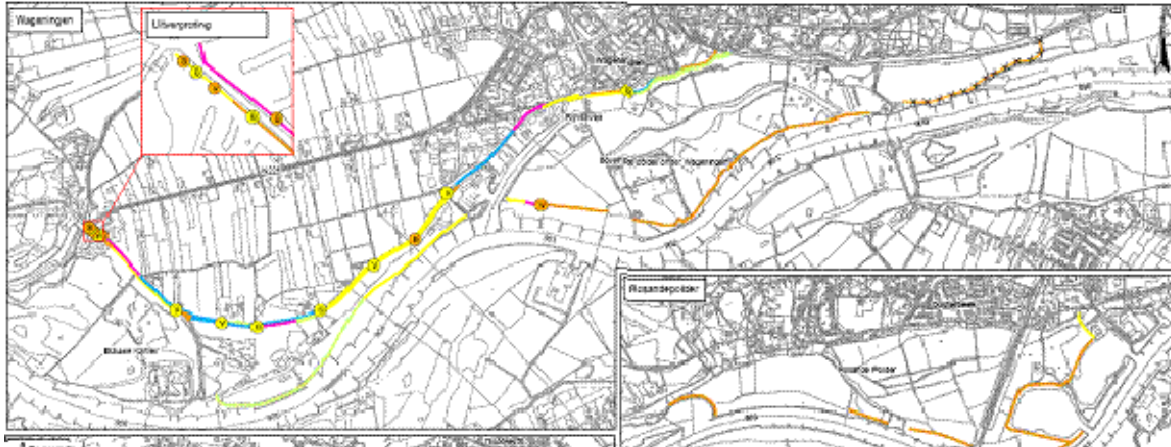


Figuur 2.5: Woningen op palen ten N van Lelystad, een dijkverbreding ter hoogte van Lelystad (met woningen op de dijk) en jachthavens ten zuiden van Lelystad.



Figuur 2.6: Situatie ter hoogte van Lelystad in detail.

## **Case 3 Grebbedijk (opgave veiligheid)**



### **Dijkconcept:**

- **Voldoet aan Norm**
- **Anticiperen op toekomst** met klimaatverandering en andere **hoogwater oorzaken**
- **Anticiperen op hogere normstelling** Delta commissie
- **Veiligheid tegen overstromen**
- **Compartimentering Gelderse Vallei**

### **Visie Kenmerken:**

- **Ruimtelijke en functionele invulling**
- **landschappelijke inpassing** (o.a. Blauwe Kamer)
- **Toepassing meervoudig ruimtegebruik en functiecombinaties.**

### **Analyse:**

- Oude centrum is niet gekoppeld aan het water
- Om het oude centrum is een rommelige situatie (m.n. richting rivier: industrie).
- Stedelijk Wageningen in een landelijk gebied.

### **Vragen:**

- Redenen voor Multi functionele kering in het landelijk gebied zijn moeilijk te benoemen.
- Wat is de urgentie?

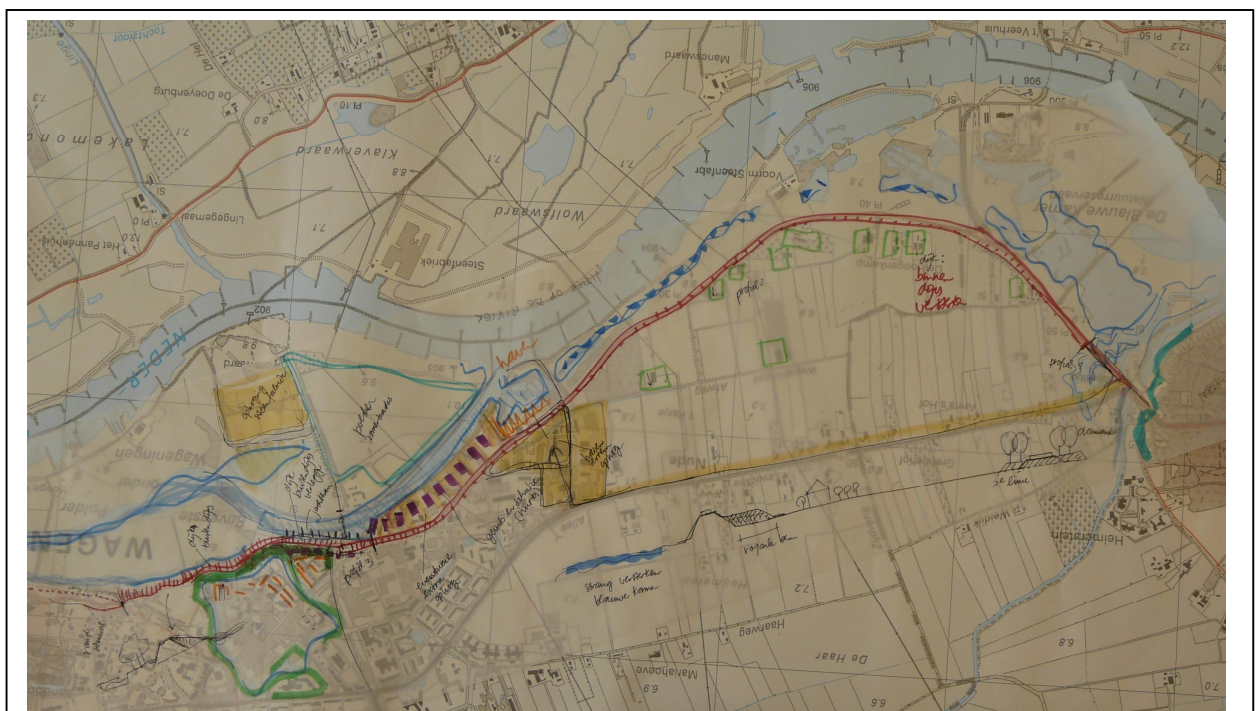
### Oplossingsrichtingen

Voor de Grebbedijk is een oplossing uitgewerkt die te verdelen is in het stedelijk gebied (Wageningen) en het landelijke gebied (Wageningen-Rhenen) (figuur 3.1):

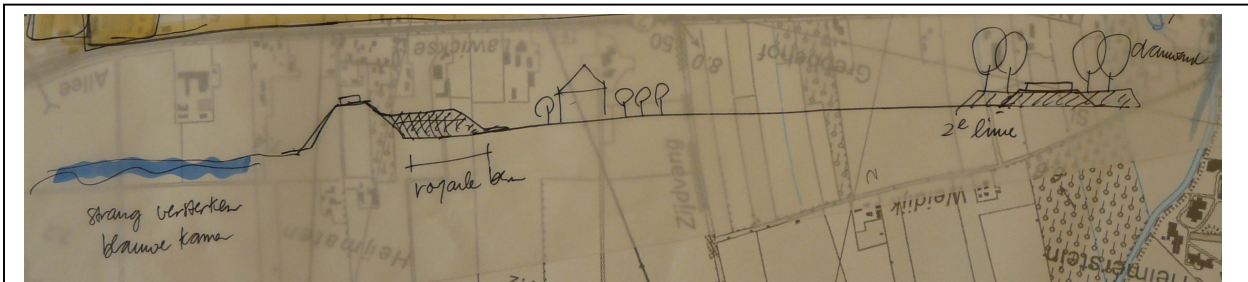
- Wageningen aan de Rivier. De huidige industriehaven in Wageningen wordt richting de rivier verplaatst. Lastige plek is het oude centrum. Deze kan mogelijk naar de buitenkant versterkt worden. Zo verplaatst Wageningen meer richting het water. Gekoppeld hieraan kan een passantenhaven gerealiseerd worden. De achterkant (binnendijkse zijde) kan bebouwd worden. Buitendijks zijn ook kansen voor woningbouw. Hier moet een specifieke, karakteristieke, unieke woningen gebouwd worden die het waterfront een gezicht geven. Door de natuurlijke functie van het omliggende gebied zijn er ook duidelijke linken met de functies natuur en recreatie ontwikkeld worden. Aansluiting kan gezocht worden met de hoogwatergeul (afbeeldingen 3.4). Op deze wijze wordt de stad Wageningen aangesloten op het water en de aantrekkelijke uiterwaarden.
- In het gebied tussen Wageningen en Rhenen wordt de er een steunberm geplaatst aan de Grebbedijk dit wordt uitgevoerd in combinatie met het verhogen van de achterliggende provinciale weg. Deze kan ook mogelijk dienen als hoogwatervluchtroute. Hierdoor ontstaat er een compartimenteringsgebied (Grebbedijk – provinciale weg). Dit heeft geen ruimtelijk implicaties omdat bebouwing van de weg verwijderd staat. Duidelijke aansluiting met het gebied de Blauwe Kamer moet gezocht worden. (afbeeldingen 3.2 en 3.3) Hier is gekozen om de karakter van de dijk (stevig langgerekt element) te behouden.

### Belangrijke elementen

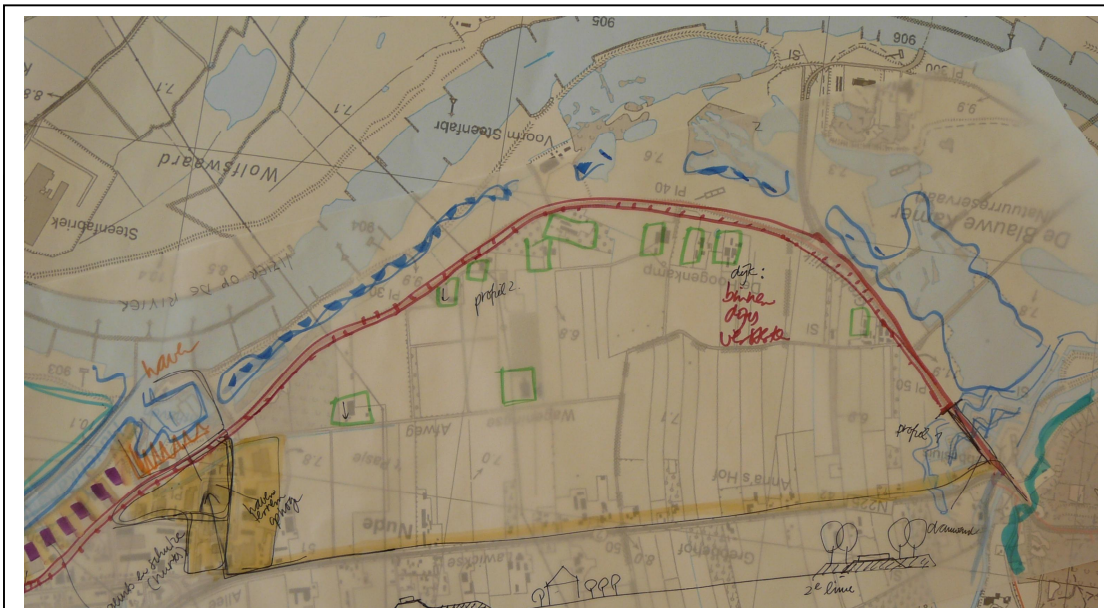
- Verbreding richting water
- Oude centrum koppelen aan water
- Binnendijkse ophoging
- Continuïteit dijk in landelijk gebied wordt gehandhaafd



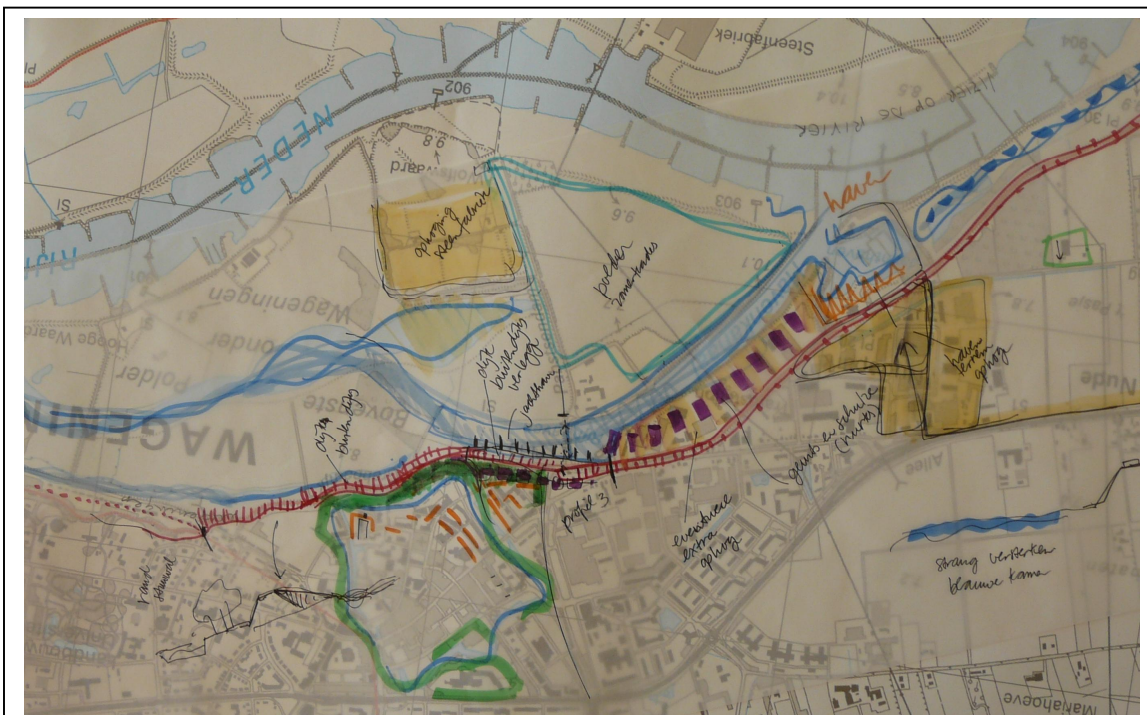
Figuur 3.1: **Oplossingsrichting Grebbedijk**



Figuur 3.2: Dwarsdoorsnede oplossing landelijk gebied Wageningen-Rhenen



Figuur 3.3 Bovenaanzicht oplossing landelijk gebied Wageningen - Rhenen



Figuur 3.4: Bovenaanzicht oplossing stedelijk gebied Wageningen

**Case 4 Rotterdam Mathenesse (opgave stedelijke ontwikkeling)**

De kering voldoet aan de huidige norm. In de toekomst moet de kering mogelijk versterkt worden. De vraag luidt:

Kun je bij herstructurering van stedelijke gebieden de waterkering al meenemen?

**Optie 1 Verplaatsing buitendijks**

- Gebiedsontwikkeling zoekt aansluiting met Schiedamse weg en Merwedehavengebied
- Annexatie water (floating communities)
- Uitbreiding richting Maas (fase van dijkrealisatie)

**Optie 2 verplaatsing binnendijks**

- \_Aanleggen delen van de dijk
- Nieuwe ontsluitingsroute
- Gebiedsontwikkeling zoekt aansluiting met Schiedamse weg en de Schie
- Verdere aansluiting centrum van Schiedam

**Analyse:**

- Verscholen kering
- Dijk dient als infrastructuur
- Industriegebied
- Getijdenrivier

**Oplossingsrichtingen**

Voor case Nieuw Mathenesse zijn twee richtingen uitgewerkt: de getijden-, dynamiekdijk en de binnendijkse oplossing. Voor elke richting is zijn een tweetal opties geschetst.

- Stedelijke uiterwaarden in getijdengebied

De oude dijk wordt een stevige nieuwe dijk. Koppeling moet plaatsvinden met het profiel van het verderop gelegen boompjes. Voor de continuïteit wordt er gekeken naar het gebied Maastunnel- Delfshaven. Er moet een duidelijke binnendijkse en buitendijkse zijde zijn. Aan de buitendijkse heeft de dynamiek van de getijdenrivier de overhand. Inrichting van het buitendijkse gebied wordt aangepast op de dynamiek van de rivier (figuur 4.2 en 4.4). De oude havenhoofden verbinden de dijk met het te realiseren woongebied.

Dit gebied wordt ingericht met terpen, woningen op palen en drijvende elementen worden voorzien (Figuur 4.1 en figuur 4.3). De dijk moet daarnaast collectieve functies ondersteunen. Dit kan voorzien worden door middel van terrassen aan de buitendijkse zijde van de dijk. Daarnaast moet de dijk blijven fungeren als uitzichtpunt voor wandelaars, fietsers en autorijders.

- De oude dijk als relict (figuur 4.5)

Het oude tracé blijft bestaan als herinnering. Langs de rivier wordt een nieuwe stevige dijk aangelegd. Buitendijks wordt binnendijks. In het binnendijkse gebied blijft een deel van de haven bestaan als relict. Om dit te kunnen factieleider zal er een beweegbare kering in de nieuwe dijk worden opgenomen. Verder wordt het gebied bebouwd in een parallelle structuur. Hierdoor wordt het zicht op het water gehandhaafd. Aan de buitendijkse zijde worden recreatieve voorzieningen aangebracht zoals een stadsstrand (figuur 4.6). Op de dijk kunnen auto's worden geparkeerd. Op dat moment is de dijk een parkeervoorziening, wanneer er geen auto's staan is het weer een dijk en geen lege parkeerplaats. Zowel de oude als de nieuwe kering dient als infrastructuur en biedt uitzicht over het gebied.

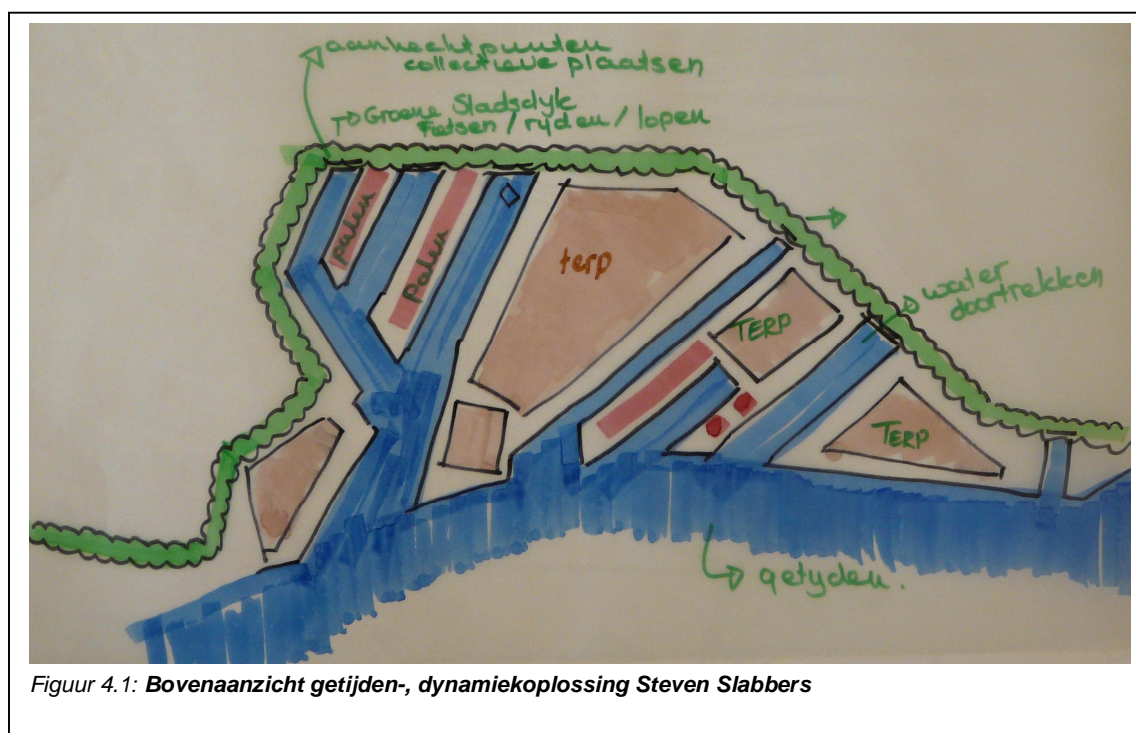
- Binnendijkse oplossingen

- De onzichtbare kering (figuur 4.7)

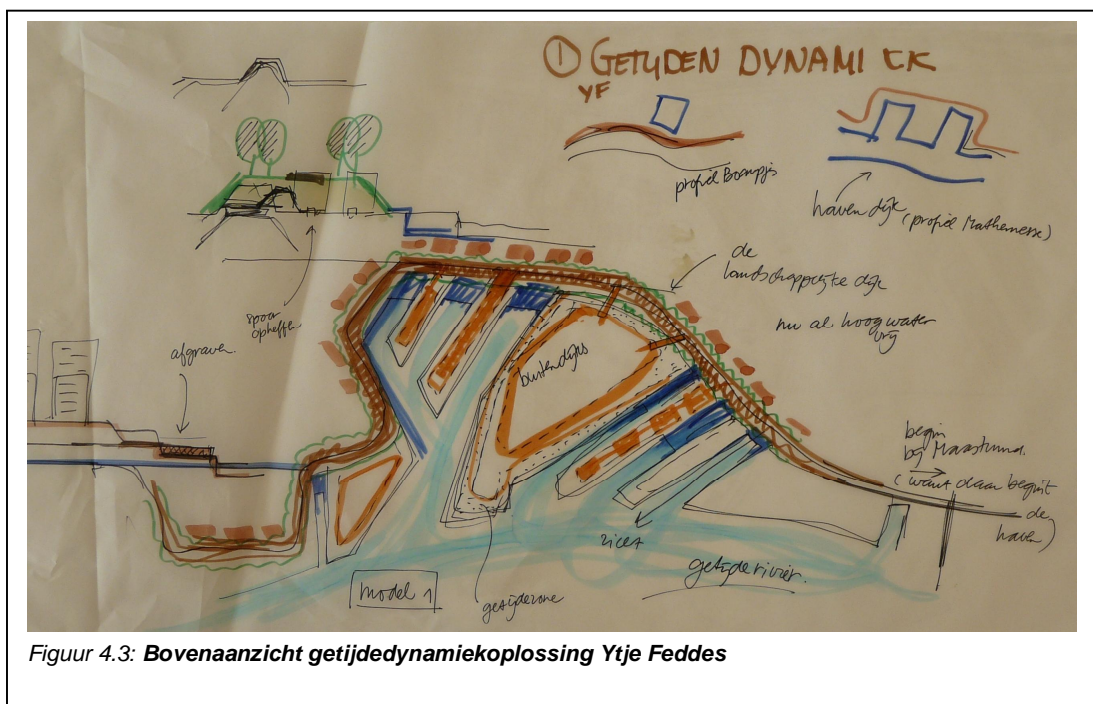
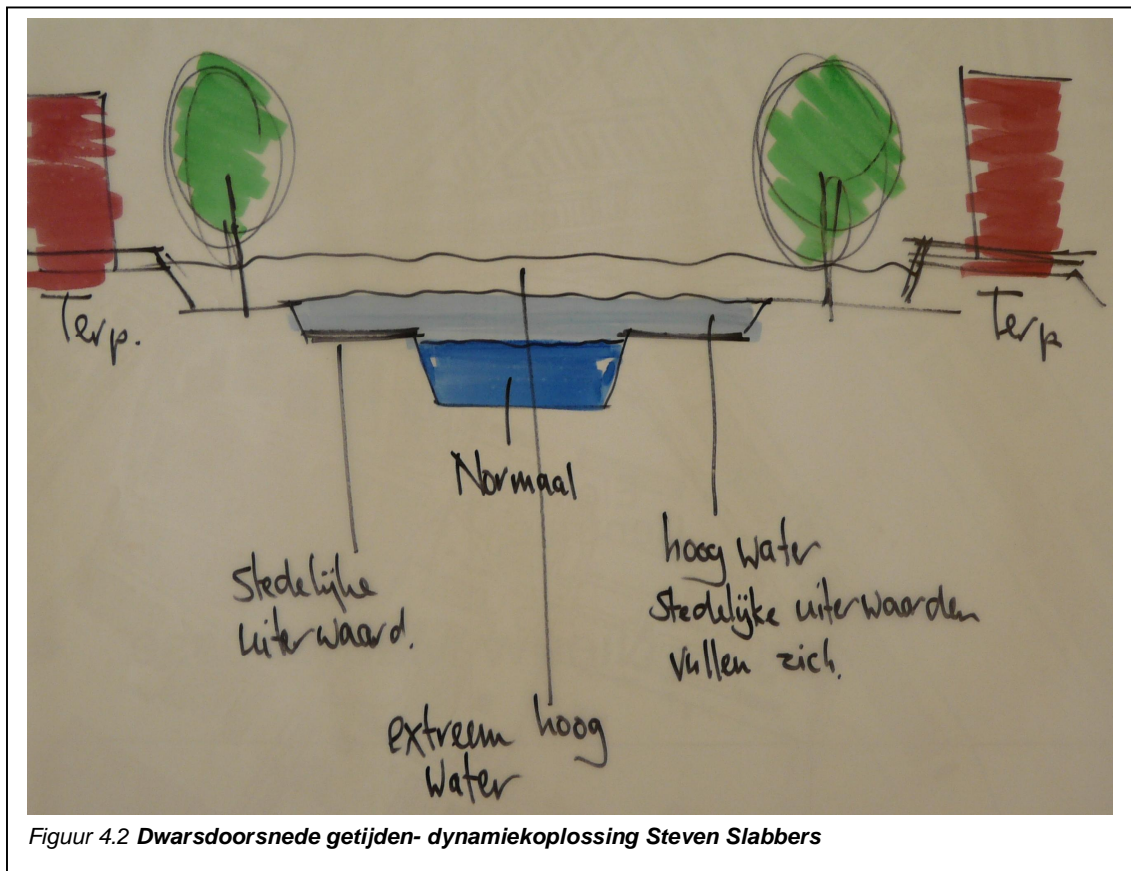
Het oude tracé wordt weggehaald en een stevige nieuwe kering wordt tegen de contouren van de rivier aangelegd: buitendijks wordt binnendijks. De nieuwe kering wordt een verborgen waterkering. Stedelijke patronen worden doorgetrokken tot de haven (figuur 4.8).

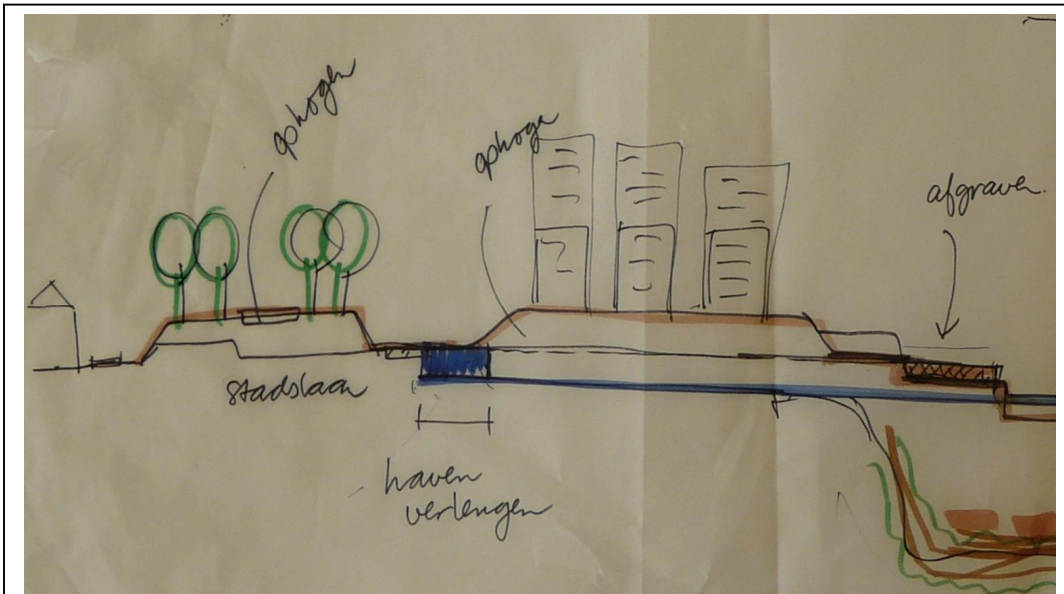
#### Belangrijke elementen:

- Van Binnendijks naar Buitendijks
- Handhaven van relictten
- Stad en water integreren
- Collectieve voorzieningen
- Integraal woonmilieu

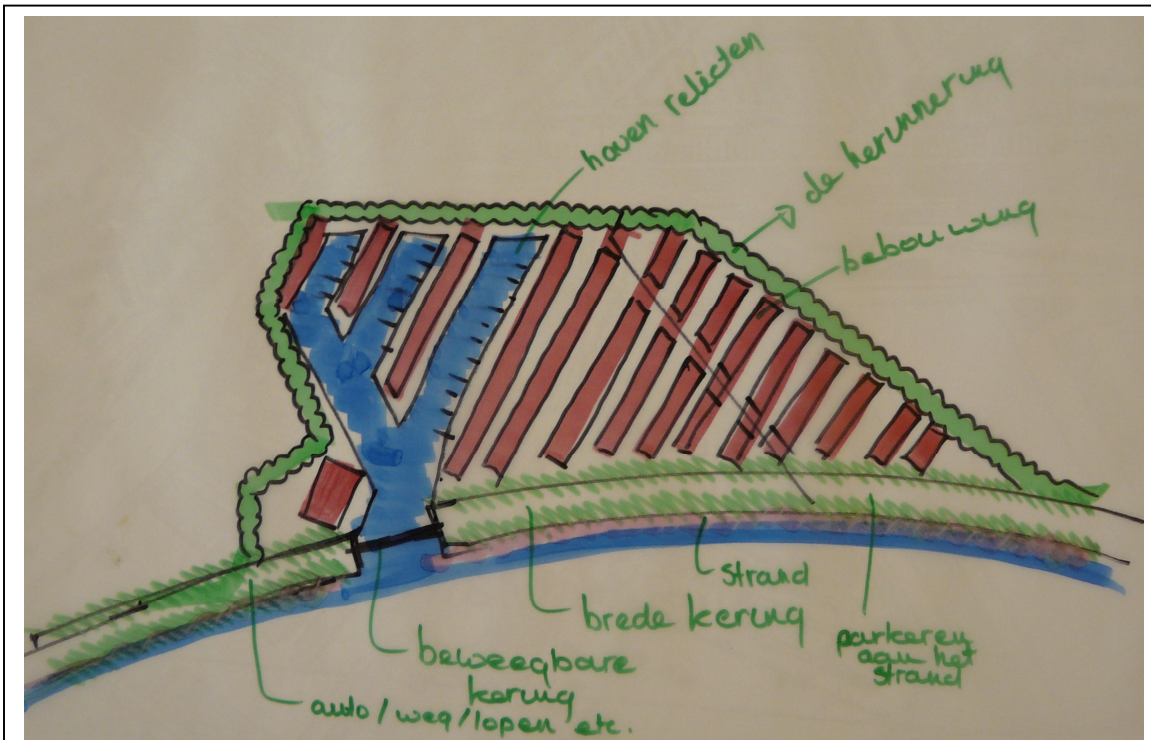


Figuur 4.1: Bovenaanzicht getijden-, dynamiekoplossing Steven Slabbers



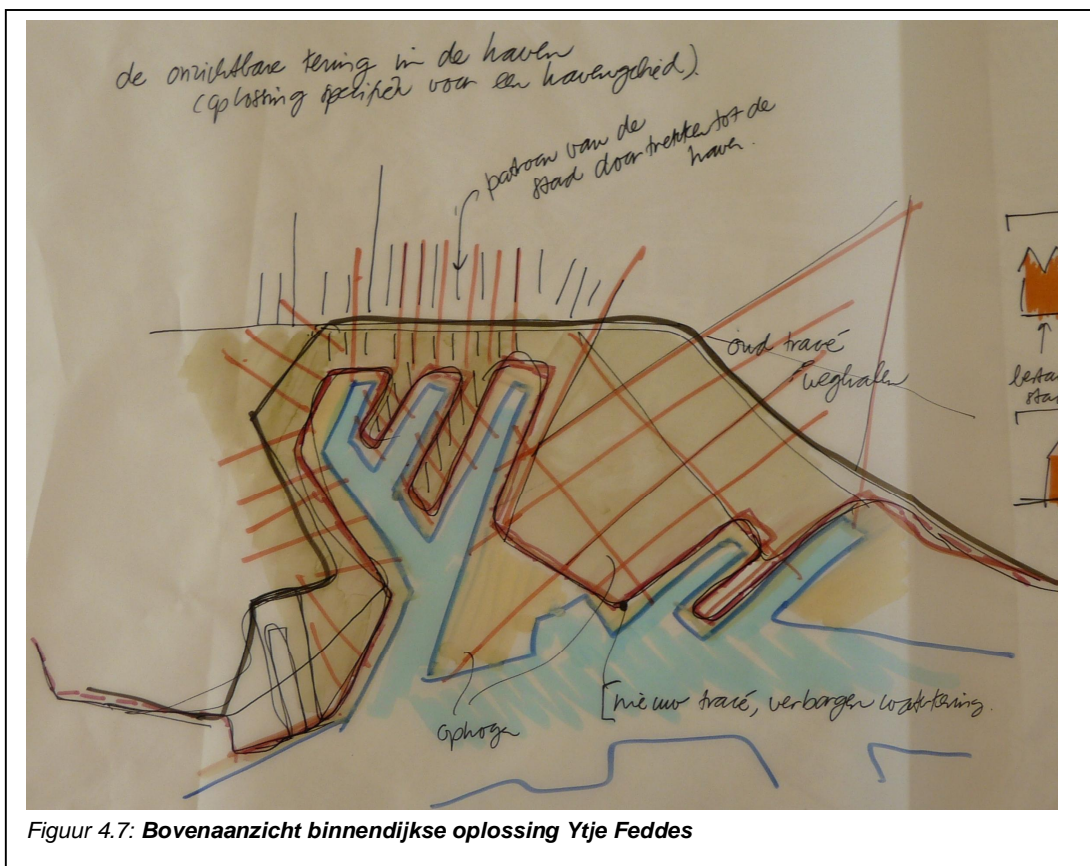
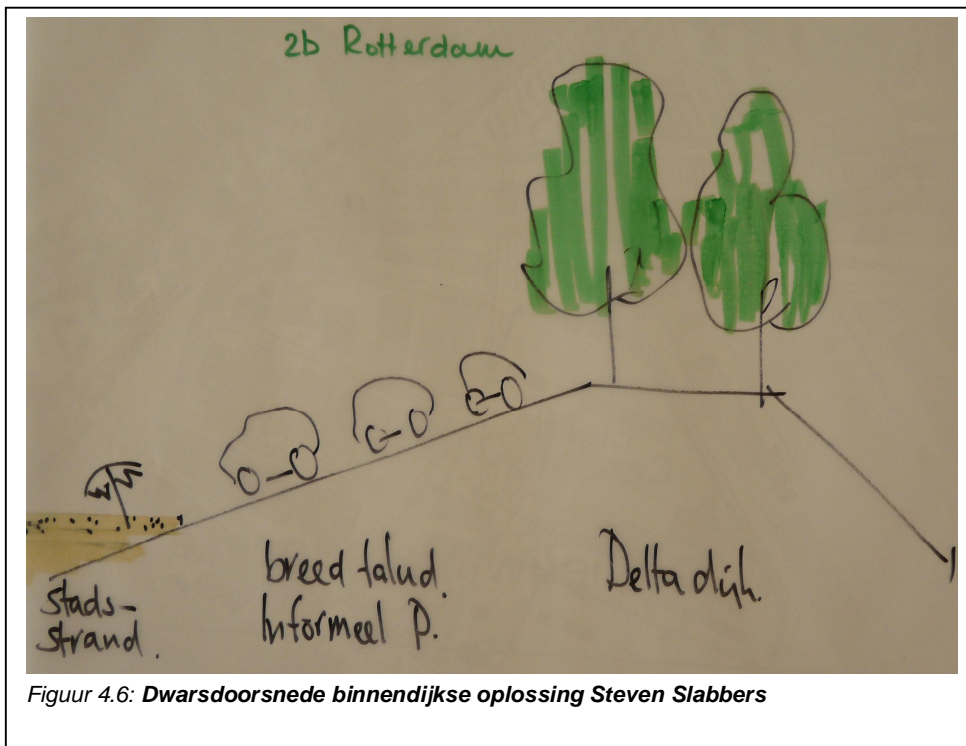


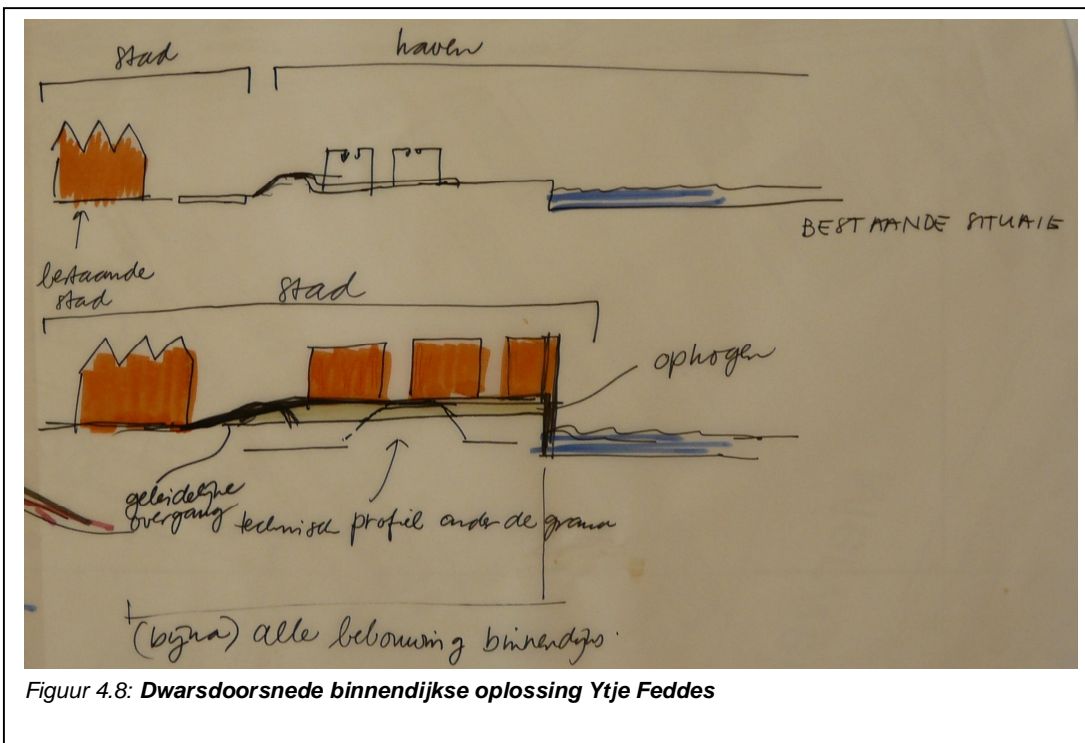
Figuur 4.4: Dwarsdoorsnede getijdynamiekoplossing Ytje Feddes



Figuur 4.5: Bovenaanzicht binnendijkse oplossing Steven Slabbers







Figuur 4.8: Dwarsdoorsnede binnendijkse oplossing Ytje Feddes