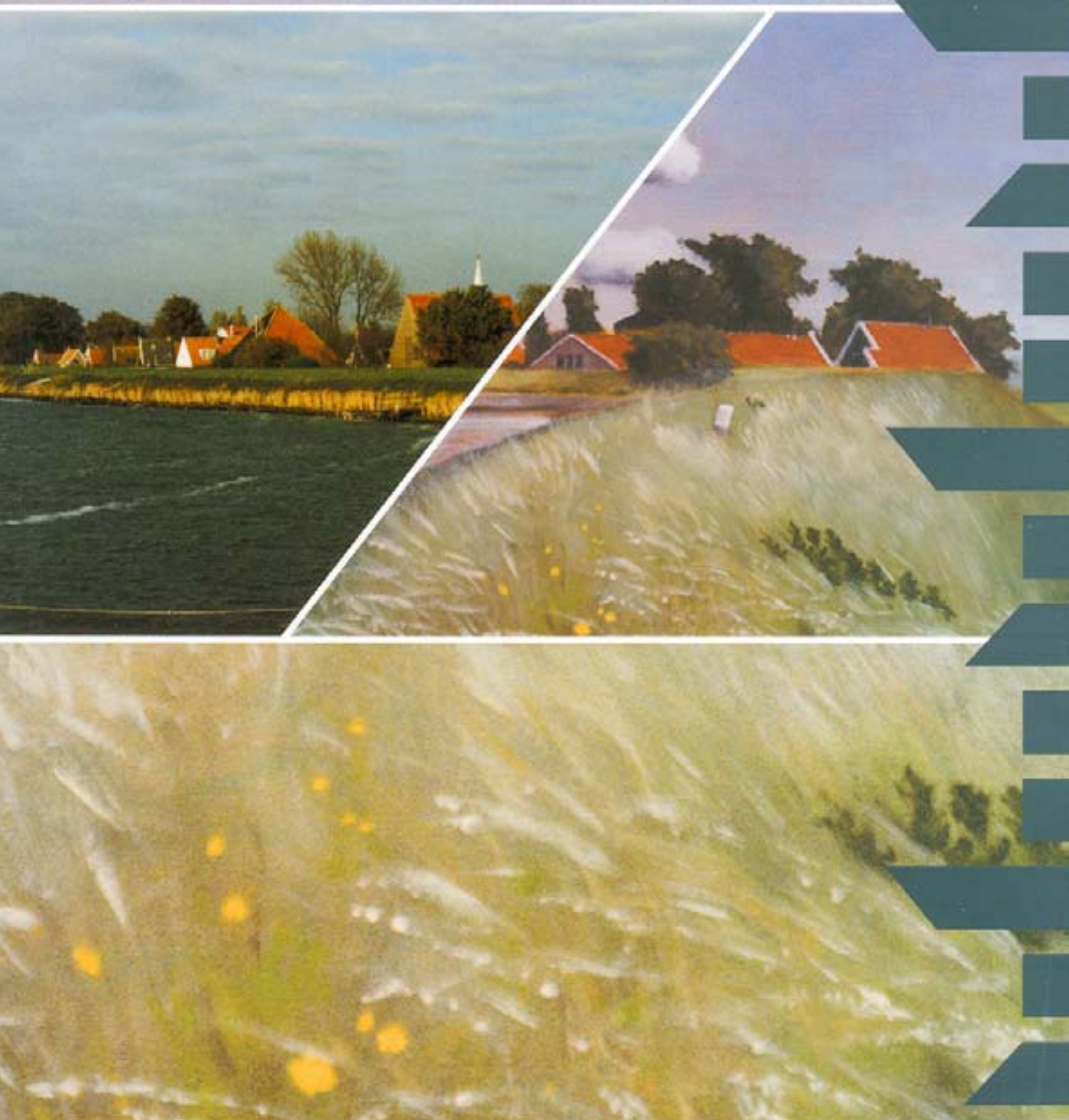


Technische

Adviscommissie voor de

Waterkeringen

Leidraad Zee- en Meerdijken



Leidraad Zee- en Meerdijken

TECHNISCHE ADVIESCOMMISSIE VOOR DE WATERKERINGEN

december 1999



Tijdens de afronding van deze leidraad is op 14 mei 1999 onze DWW-collega Jan Muijs overleden. Als onderzoeker en adviseur heeft hij een belangrijke bijdrage geleverd aan de kennis in deze leidraad op het gebied van de erosiebestendigheid van grasmatten als dijkbekleding. Jan was een gewaardeerd- en veelzijdig collega. Die veelzijdigheid wordt geïllustreerd door het schilderij dat Jan van de dijk bij Uitdam langs het Markermeer heeft gemaakt.

Ter nagedachtenis aan Jan is dit schilderij in de omslag van de leidraad verwerkt.

INHOUDSOPGAVE

VRIJWARING 6

TEN GELEIDE 7

1 INLEIDING 9

Onderwerp, doel, status, leeswijzer, overzicht leidraden 9

2 MAATSCHAPPELIJK KADER 12

2.1 Algemeen 12

2.2 Veiligheid 12

2.3 Landschap, natuur en cultureel erfgoed (LNC) 14

2.4 Overige functies 15

3 HET SYSTEEM VAN WATERKERINGEN 18

3.1 Algemeen 18

3.2 De typen 21

3.3 De categorieën 29

4 WATERKERINGSZORG 30

4.1 Inleiding 30

4.2 Beheerscyclus 30

4.3 Gebiedspecifieke kennis 33

4.4 Samenhang met de ruimtelijke ordening 34

4.5 Visie-ontwikkeling en milieu-effectrapportage 36

5 DIMENSIONERING 39

5.1 Inleiding 39

5.2 Vormgeving dwarsprofiel vanuit de functie waterkeren 43

5.3 Vormgeving dwarsprofiel vanuit de andere functies 56

5.4 Bekledingen 61

5.4.1 Inleiding 61

5.4.2 Keuzemethodiek bekledingen 62

5.4.3 Overgangsconstructies 64

5.5 Aansluitingsconstructies 66

5.6 Kunstwerken, constructies en objecten 70

5.6.1 Algemeen 70

5.6.2 Meubilair en afrasteringen 71

5.6.3 Bebouwing 71

5.6.4 Begroeiing 72

5.6.5 Windmolens 74

5.6.6	Wegen	75
5.7	Bijzondere dijkvormen	75
5.7.1	Algemeen	75
5.7.2	Keermuren	76
5.7.3	Voorliggende dammen	77
5.7.4	Zanddijken	77
5.8	Inrichting met het oog op het dagelijks beheer	78

6 UITVOERING 80

6.1	Algemeen	80
6.2	Grondverwerving	80
6.3	Bereikbaarheid van het werk en van de omgeving	80
6.4	Winnen en verwerken van materiaal	81
6.5	Zomerrandvoorwaarden	81
6.6	Specifieke selectie- en gunningscriteria	82
6.7	Afstemming tussen ontwerp en uitvoering	83
6.8	Revisie en instandhouding	83

7 DAGELIJKS BEHEER 84

7.1	Inleiding	84
7.2	Bewaking functies	84
7.3	Evaluatie	92
7.4	Vast en variabel onderhoud	93
7.4.1	Inleiding	93
7.4.2	Strategieën	93
7.4.3	Planning	95

BIJLAGEN 97

I	Begrippen	97
II	Symbolen	104
III	Vormgeving	105
IV	Compensatiebeginsel	110
V	Totstandkoming Leidraad Zee- en Meerdijken	112

REFERENTIES 114

PROGRAMMATUUR 118

VRIJWARING

De TAW heeft een zo groot mogelijke zorgvuldigheid betracht bij het verwerken van de in deze publicatie opgenomen gegevens. Deze gegevens geven de stand van de techniek weer op het moment van uitgifte. Desondanks kan de mogelijkheid niet worden uitgesloten dat in deze publicatie toch onjuistheden staan. Degene die gebruik maakt van deze publicatie, aanvaardt het risico daarvan. De TAW sluit, mede ten behoeve van degenen die aan de publicatie hebben meegewerkt, iedere aansprakelijkheid uit voor schade die mocht voortvloeien uit het gebruik van deze gegevens.

Sinds het verschijnen van het rapport van de Deltacommissie (1960) is er geen landelijke richtlijn voor het ontwerpen van zeedijken uitgebracht. Voor meerdijken heeft nooit een specifieke ontwerp-richtlijn bestaan. De Technische Adviescommissie voor de Waterkeringen (TAW) vult deze lacune op door de huidige kennis en beleidsdoelen in een leidraad voor zee- en meerdijken vast te leggen. Gezien de overeenkomsten tussen zee- en meerdijken zijn beide typen waterkeringen in één leidraad behandeld.

De Leidraad Zee- en Meerdijken behandelt het dimensioneren van waterkeringen volgens de huidige veiligheidsbenadering gebaseerd op de gedachten van de Deltacommissie, waarbij de nieuwste inzichten op het gebied van de geotechniek en de constructieve waterbouwkunde zijn verwerkt. Dit geldt onder meer voor de berekening van golfoploop en -overslag en de bepaling van overslagdebieten. Daarbij is de oude 2%-golfoploopeis vervangen door kritieke overslagdebieten. Daarnaast zijn nieuwe inzichten verwerkt ten aanzien van het geotechnisch dimensioneren van de waterkeringen en de omgang met objecten in de waterkering. Voor de dimensionering wordt zoveel mogelijk aangesloten bij de eerder verschenen leidraden voor het ontwerpen van rivierdijken en andere waterkeringen. De Leidraad Zee- en Meerdijken is nadrukkelijk afgestemd op het rapport Grondslagen voor Waterkeren (1998).

Ook heeft de toegenomen waardering voor de dijken als herkenbare elementen in het landschap en voor de natuur- en cultuurhistorische waarden van en op dijken een plaats in de leidraad gekregen. Nieuwbouw, versterking en onderhoud van de waterkering kunnen van invloed zijn op deze andere functies van een dijk. Inventarisatie en waardering van functies, ontwikkelen en afwegen van alternatieve oplossingen zijn zo langzamerhand gemeengoed voor de moderne waterkeringsbeheerder. De Leidraad Zee- en Meerdijken reikt instrumenten aan om tot een integraal waterkeringsbeheer te komen.

De Leidraad Zee- en Meerdijken bevat nog een aantal witte en grijze vlekken, waaronder de bodemdaling door zout-, gas- of oliewinning, de tijdsafhankelijke beschrijving van piping, aansluitingsconstructies, trillingen en zettingsvloeiingen. Het onderzoekprogramma van de Dienst Weg- en Waterbouwkunde is erop gericht deze leemte in kennis op te vullen om de leidraad verder te verbeteren.

De Leidraad Zee- en Meerdijken is de eerste nieuwe integrale leidraad zoals bedoeld in het rapport Grondslagen voor Waterkeren. In de toekomst zal de benodigde technische kennis voor het ontwerpen van (onderdelen van) waterkeringen geheel te vinden zijn in de verschillende Technische Rapporten. Zo zal de informatie uit het basisrapport van de Leidraad Zee- en Meerdijken worden opgenomen in het in 2000 uit te brengen Technisch Rapport Waterkerende Grondconstructies. Het basisrapport zal met het verschijnen van dit technisch rapport in zijn geheel vervallen.

Met het uitbrengen van deze leidraad zijn nu leidraden voor alle typen waterkeringen beschikbaar. Daarmee is een belangrijke stap gezet naar de uniformering van de uitgangspunten voor ontwerp en beheer van de waterkeringen in Nederland. Beproeving van deze uitgangspunten en bijbehorende instrumenten in de praktijk en verbetering door toepassing van de resultaten van onderzoek zullen de komende jaren veel aandacht krijgen.

ir. W. van der Kleij
voorzitter TAW

Den Haag, december 1999

1 INLEIDING

■ *Onderwerp*

Deze leidraad behandelt het realisatie- en instandhoudingsproces van zee- en meerdijken, dammen en scheidings- en compartimenteringsdijken, voor zover ze behoren tot de primaire waterkeringen.

Deze leidraad is een onderdeel van een samenhangende serie van leidraden op het gebied van het waterkeren (zie tabel 1.1), en bouwt voort op de algemene TAW-nota Grondslagen voor Waterkeren [2], die in het vervolg zal worden aangeduid met *grondslagen*.

■ *Doel*

Deze leidraad geeft aanbevelingen voor een zodanig beheer van de dijk of dam en directe omgeving, dat de verschillende waarden en functies, die de dijk of dam kan bezitten, optimaal tot hun recht komen met onvoorwaardelijke inachtneming van de randvoorwaarden, die gelden voor de waterkerende functie.

■ *Status*

In Artikel 5 van de Wet op de waterkering [1] wordt het gebruik van leidraden aanbevolen aan degene die met het beheer of het toezicht van een primaire kering is belast.

■ *Leeswijzer*

De *grondslagen* en deze leidraad moeten samen worden gebruikt:

- De *grondslagen* en hoofdstuk 2 van deze leidraad geven algemene informatie. Ze beschrijven het maatschappelijk kader, behandelen de uitwerking van het begrip 'veiligheid tegen overstroming' en geven een invulling van de multifunctionaliteit en het omgaan met LNC (landschap, natuur, cultuurhistorie)- waarden.

Hoofdstuk 3 behandelt het systeem van waterkeringen.

De volgende hoofdstukken behandelen alle aspecten van de levenscyclus van een zee- of meerdijk:

- Hoofdstuk 4 behandelt de waterkeringszorg, met daarin de cyclische procesgang van het beheer, zoals getoond in het schema in figuur 4.2.1. De activiteiten in dit schema doorlopen lussen; vaak moet bij een onderdeel even worden vooruitgegrepen op een volgende fase, bijvoorbeeld bij het (globaal) dimensioneren van alternatieven. Ook is aangegeven hoe, indien nodig, een koppeling met een m.e.r.-procedure is te maken.
- Hoofdstuk 5 behandelt de dimensionering.
- In hoofdstuk 6 staan enkele aandachtspunten met betrekking tot de uitvoering.
- Hoofdstuk 7 behandelt de dagelijkse zorg voor de waterkering: het bewaken van de functies na de aanleg, het evalueren en het nemen van acties daarop.

De benodigde achtergrondinformatie is, vooral voor hoofdstuk 5, zo omvangrijk, dat deze is ondergebracht in een apart Basisrapport. In de leidraad zal herhaaldelijk naar dit Basisrapport Zee- en Meerdijken worden verwezen. De inhoud van het Basisrapport komt in geactualiseerde vorm terug in het Technisch Rapport Waterkerende Grondconstructies [12], dat na het verschijnen in 2000 dan ook in de plaats treedt van dit Basisrapport.

■ Overzicht Leidraden

De Technische Adviescommissie voor de Waterkeringen (TAW) geeft een samenhangend geheel van leidraden uit. De samenhang van de Leidraad Zee- en Meerdijken met de andere leidraden en publikaties van de TAW is in tabel 1.1 aangegeven.

Er zijn twee typen leidraden.

De integrale leidraden geven algemene regels, die voor alle typen waterkeringen van belang zijn. Zo bevat *grondslagen* het maatschappelijk kader, het bestuurlijke kader, de veiligheidsbenadering, de multifunctionele benadering, een globale beschrijving van de faalmechanismen, dimensioneringstechnieken en andere algemeen toepasbare zaken. De *grondslagen* zijn het scharnierpunt tussen de Wet op de waterkering en de overige leidraden van de TAW. De Leidraad Toetsen op Veiligheid geeft de rekenregels voor de vijfjaarlijkse veiligheidstoetsing van de pri-

maire waterkeringen, die in het kader van de Wet op de waterkering plaatsvindt.

De leidraden per waterkeringstype geven waterkeringbeheerders instrumenten om hun beheertaak uit te voeren. Per waterkeringstype wordt de uitwerking van de methoden voor ontwerp, aanleg, beheer en onderhoud gegeven. Deze leidraden zijn in principe zelfstandig te gebruiken. Deelaspecten zoals materialen en achtergronden worden in aparte publikaties, basisrapporten of technische rapporten behandeld.

Integrale leidraden	Leidraden per waterkeringstype	Specifieke publikaties / technische rapporten
Grondslagen voor waterkeren 1998	Rivierdijken 1985, 1989 inclusief Handreikingen 1994	<u>Materialen</u> Eisen klei 1996 Cementbetonnen dijkbekledingen 1984, 1991 Asfalttoepassingen in de waterbouw 1984
Toetsen op veiligheid (definitieve versie) 1999	Zandige kust (groene versie) 1995 Waterkerende kunstwerken en bijzondere constructies (groene versie) 1997 Zee- en meerdijken 1999	<u>Belastingen</u> Golfoploop en golfoverslag bij dijken 1999 <u>Overige</u> Keuzemethodiek dijk- en oeverbekledingen 1988 Cel- en triaxiaalproeven 1998 Bodemonderzoek in en nabij waterkeringen 1988 Duinafslag 1984 Erosiebestendigheid van grasland als dijkbekleding 1998 Toetsen boezemkaden 1993 Piping rivierdijken 1994 Waterkerende grondconstructies 2000 Zandmeevoerende wellen 1999 Basisrapport zandige kust (groene versie) 1995 Basisrapport waterkerende kunstwerken en bijzondere constructies (groene versie) 1997 Inspectiemethoden asfaltbekleding 1999 <i>De Pijpleidingcode uit 1990 is voor stalen leidingen vervangen door de normen NEN 3650 en 3651, en voor niet-stalen leidingen door NEN 3652 en 3262.</i>

Tabel 1.1 Samenhang van de TAW-leidraden en -publicaties/technische rapporten

2 MAATSCHAPPELIJK KADER

2.1 Algemeen

■ De wet, de bestuurlijke organisatie en de uitvoering van het beleid vormen de hechte verankering van het waterkieren in het maatschappelijk bestel. Daarin worden de doelen gesteld en de middelen benoemd. Deze zijn beschreven in de *grondslagen*.

■ Waterkeringen begrenzen en/of maken deel uit van watersystemen. Bij zowel de aanleg als de instandhouding van een waterkering moet zorg worden besteed aan de kwaliteit van grond- en oppervlaktewater en waterbodems. Per watersysteem zijn functies vastgesteld met streefbeelden (en daaruit afgeleide eisen) waaraan (op termijn) moet worden voldaan. Deze functies staan voor het in deze leidraad beschouwde areaal in nationale plannen (waaronder het Beheersplan voor de Rijkswateren [14]), streekplannen en bestemmingsplannen. Dit hoofdstuk behandelt de functies veiligheid, landschap, natuur, cultureel erfgoed en een aantal overige functies.

2.2 Veiligheid

■ Het omgaan met het begrip 'veiligheid tegen overstromen' is behandeld in de *grondslagen*. Voor de beheerder moet het begrip 'veiligheid' een maat en een eenheid hebben, anders is het niet hanteerbaar. Voor het meten en hanteren van deze veiligheid zijn regels nodig.

Hierbij zijn drie aspecten van belang:

- (A) de maatschappelijke norm;
- (B) de randvoorwaarden (belastingen op de kering);
- (C) de sterkte van de kering.

Deze drie aspecten hebben alle een ontwikkeling doorgemaakt; deze gaat natuurlijk nog steeds door, waarmee ook het invullen van het begrip 'veiligheid' een doorgaand proces is geworden. De drie aspecten worden blijvend bestudeerd en geëvalueerd. Uit evaluatie blijkt dan of en wanneer het bestuur geadviseerd moet worden om de veiligheidsnorm aan te passen.

De Wet op de waterkering (Wwk) geeft de indeling van Nederland in dijkkringgebieden met de bijbehorende wettelijke veiligheidsnorm (aspect (A)); voor de behandeling hiervan wordt verwezen naar de *grond-*

slagen. Hiermee is ook bepaald welke waterkeringen tot de primaire waterkeringen gerekend moeten worden en voor welke categorie waterkering welke norm gehanteerd moet worden.

De uit de wettelijke norm afgeleide belastingen (aspect (B)) worden voor het buitenwater eens per vijf jaar bij ministeriële regeling ter beschikking gesteld; zie hiervoor de nota Hydraulische randvoorwaarden voor primaire waterkeringen [13].

Voor primaire keringen, die niet direct buitenwater keren, geldt, tot het ogenblik dat de inundatienorm wordt vastgesteld, als norm, dat ze tenminste gelijke veiligheid moeten blijven bieden als op de dag van de inwerkingtreding van de Wwk (15 januari 1996).

Beheerders, die bij noodzakelijke aanpassingswerken op de toekomstige situatie willen anticiperen, moeten zelf de benodigde hydraulische randvoorwaarden onderbouwen, vaststellen en vastleggen in de legger. Het verdient aanbeveling dit in overleg met de helpdesk Toetsing (bij Rijkswaterstaat, Dienst Weg- en Waterbouwkunde te Delft) te doen.

De grondmechanische randvoorwaarden en de huidige stand van zaken met betrekking tot aspect (C) komen aan de orde in hoofdstuk 5.

■ Voor de niet-primaire keringen (regionale waterkeringen), die nu echter wel een rol kunnen (gaan) spelen in het beperken van de risico's van overstroming door het buitenwater, is nu nog geen veiligheidsnorm gegeven. Hiertoe behoren die waterkeringen, die in het verleden aangemerkt waren als 'tweede' waterkeringen en/of compartimenteringsdijken en als zodanig ook een publiekrechtelijke bescherming genoten. Ook boezemkaden worden tot de regionale waterkeringen gerekend. Uit een onderzoek naar een mogelijke rol van een niet-primaire kering bij het beperken van de gevolgen na doorbraak van een primaire kering zal moeten blijken of de aanwezigheid gewenst is, en zo ja, welke functies aan de kering kunnen worden toegekend: beperken geïndeundeerde oppervlakte, keren van boezemwater, beperken van inundatie in hoogte en omvang, aanvoer- en vluchtweg en/of beperking komberging bij dijkherstel.

Bij het bepalen van de in rekening te brengen belastingen moet onderscheid worden gemaakt tussen de belastingen, welke optreden direct na doorbraak van de voorliggende primaire kering, en de belasting, die optreedt in de daarna komende periode dat de doorbraak open ligt. In het eerste geval worden randvoorwaarden gebruikt, die afgeleid zijn van de

ontwerprandvoorwaarden van de primaire waterkeringen met behulp van een plausibel scenario voor het bezwijken en het daarop volgende verloop van de inundatie. In het tweede geval wordt aanbevolen hiervoor een overschrijdingsfrequentie van 0,1 tot 0,5 per jaar te kiezen voor het buitenwater ter plaatse van de doorbraak in de primaire kering. In beide gevallen moet dan nog rekening worden gehouden met lokale effecten zoals opwaaiing en golfoploop. Zwaar overlopen van de kering hoeft daarbij niet te worden uitgesloten. Dit alles in afwachting van een volwaardiger normstelling volgens Artikel 3 lid 2 uit de Wwk.

Als de aanwezigheid van de kering niet meer is gewenst dan moet deze buiten werking worden gesteld. Dit kan betekenen dat de kering (voor een deel) moet worden gesloopt.

Als een compartimenteringsdijk een functie vervult in het beveiligingssysteem van een dijkkring tegen overstroming (bijvoorbeeld als vluchtweg), dan moet deze dijk worden opgenomen in het beheerplan, de legger en het beheerregister.

Het vaststellen van het veiligheidsniveau van de regionale waterkeringen valt onder de verantwoordelijkheid van de provinciale overheid. Bepalingen met betrekking tot deze (nader aan te wijzen) waterkeringen staan in de provinciale 'verordeningen waterkering'.

■ Het is van groot belang dat de beheerder van een waterkering er op toeziet, dat noodzakelijke verhogingen en verzwaringen in de verre toekomst mogelijk blijven en dat hij voor het gebied tussen de invloeds grenzen van de kering de voor het waterkerend vermogen essentiële zaken kan handhaven.

2.3 Landschap, natuur en cultureel erfgoed (LNC)

■ Algemeen aanvaarde integrale beoordelingscriteria voor de LNC-waarden (waaronder ook archeologische en aardkundige waarden vallen) bestaan niet. Wegen is niet een proces dat via vaste objectieve formules verloopt, maar berust op het stellen van doelen en het maken van keuzen. Door het formuleren van doelstellingen en het beargumenteerde maken van keuzen wordt de relatie tussen de waterkeringszorg (bij zowel aanleg, verbetering als dagelijks beheer) en de specifieke ge-

biedseigenschappen helder. Aangezien het kiezen van prioriteiten en doelen gebiedsspecifiek is, moet dit in elk dijktraject opnieuw gebeuren. De wijze waarop dit gebeurt, is aangegeven in de *grondslagen*.

2.4 Overige functies

■ *Land- en tuinbouw*

De beoordeling van een ontwerp op dit aspect kan tweeledig zijn. Enerzijds kan door het uitvoeren van een ingreep land- en tuinbouwgrond verloren gaan, anderzijds worden de grastaluds en grasbermen dikwijls gebruikt voor agrarische doeleinden. Door de aanleg van een waterkering kan mogelijk verandering in verkaveling of bereikbaarheid optreden. Verder kan er een indirecte relatie tussen ingreep en gevolgen voor de landbouw via de waterhuishouding aanwezig zijn.

De mate waarin de gewenste waterbouwkundige kwaliteit van de grasmat kan samengaan met agrarische bedrijfsvoering staat in hoofdstuk 5.

■ *Recreatie*

In veel vormen van recreatie is het vertoeven aan de waterkant een zeer geliefde bezigheid. Naast zaken als toegankelijkheid voor auto's, fietsen, wandelaars, vissers en ruiters zijn ook voorzieningen voor visboten en vaartuigen onderdeel van dit medegebruik van waterkeringen. Beoordelingsaspecten zijn:

- mate van aantasting van (bestaande) recreatieve voorzieningen (omvang, bereikbaarheid);
- potentie voor recreatieve ontwikkelingen;
- gevoeligheid van de kering voor schade door recreatief medegebruik.

■ *Industrie*

Industriegebieden hebben vaak een watergebonden locatie omdat zij het water nodig hebben voor productieprocessen of voor transport. Dit leidt tot extra dijk kruisingen van wegen en leidingen. In een aantal gevallen wordt de waterkering achterlangs dergelijke complexen gelegd c.q. wordt het terrein zeewaarts van de waterkering aangelegd; het ter-

rein zelf, met inbegrip van de erop gevestigde installaties en/of gebouwen, bezit dan veelal een geringere veiligheid voor overstromingen. Dit is voor de ondernemer vaak een bewuste keus, waarbij de waterkering-beheerder een inbreng kan hebben. Als zodanig dient deze 'buitendijkse' positie bij beide partijen grondig bekend te zijn.

Beoordelingsaspecten zijn:

- verandering in bereikbaarheid (tijdens de bouwfase en definitief);
- verandering in het aantal bedrijven.

■ *Waterhuishouding*

Waterkering en waterhuishouding zijn onlosmakelijk met elkaar verbonden. Immers, aan de rand van een dijkkringgebied, wat veelal een poldergebied met een aan de functies aangepast binnenpeil is, ligt een kerende dijk. Deze functioneert als waterscheiding binnen-buiten, die de vrije afstroming van polderwater blokkeert. Hierdoor zijn een aantal voorzieningen noodzakelijk om het gewenste binnenpeil te handhaven. Dit betreft het uitslaan van overtollig water en - soms - het inlaten van buitenwater; deze voorziening vereist kunstwerken in de vorm van sluisen en/of gemalen. Naast dit aspect is de opvang van (zout) kwelwater en overslaand water van belang.

Beoordelingsaspecten zijn:

- veranderingen in het afwateringssysteem;
- veranderingen in waterstanden en -afvoeren;
- wateroverlast door (zoute) kwel en overslag.

■ *Verkeer/vervoer*

+ *Wegverkeer*

Een verkeersfunctie van een waterkering is veelal 'natuurlijk' ontstaan in verband met de hoge - en dus droge - ligging van de binnenberm of kruin van de kering. Tevens bleek in het verleden de dijk zelf veelal de kortste verbinding tussen twee woonlocaties aan de waterkering te zijn. De verkeersfunctie stelt een aantal specifieke eisen. Zo is in de eerste plaats een zeker ruimtebeslag inherent aan deze functie: de wegbreedte, al of niet met parkeerstroken en wegbermen, doet al vlug een aanspraak op een aantal extra meters in het dwarsprofiel. Daarbij komt dat voor de afwikkeling van het verkeer in dwarsrichting aansluitingen, kruisingen en dergelijke nodig zijn, die het kerend vermogen van de waterkering niet mogen beïnvloeden. Hierbij is vaak een relatief groot

extra ruimtebeslag voor op- en afritten nodig. Bij de tracé-keuze is dit een medebepalende factor.

Dit resulteert in de volgende beoordelingsaspecten:

- ruimte voor aanvullende voorzieningen (parkeerstroken, bermen);
- aansluitingen, kruisingen, op- en afritten;
- verkeersveiligheid;
- scheiding verkeersfuncties;
- verkeersbelasting.

Zowel de bouwfase, bijvoorbeeld tijdelijke stremmingen, als de eind-situatie moeten worden beschouwd.

+ *Scheepvaart*

Daar waar vaargeulen dicht onder een dijk komen ondervindt deze van de scheepvaart de nodige golfaanval. Tevens maken kruisingen van waterkeringen en vaarwegen de aanleg van schutsluizen nodig.

Bij scheepvaart valt te denken aan de volgende aandachtspunten:

- invloed op los- en aanlegfaciliteiten;
- aanvaringsrisico van dijken.

■ *Wonen*

Bebouwing op, langs en nabij de waterkering vormt van oudsher een zeer specifiek probleem. Het kan grote veiligheidsconsequenties met zich meebrengen. Een vestigingslocatie op de rand van land en water is vaak door de historische ontwikkeling bepaald. Daardoor is veelal een sterke verwevenheid tussen de functies waterkering enerzijds en wonen en werken anderzijds ontstaan. Als zodanig is bestaande bebouwing veelal van oudsher aanwezig. In sommige gevallen is rond de bebouwing op ingenieuze manier een doorgaand waterkeringsprofiel aangelegd, waarbij vaak een aantal constructieve details naar voren komen, die aan de bebouwing zeer speciale eisen stellen. Hiermee moet bij gedachten omtrent handhaving van deze bebouwing uiterst zorgvuldig worden omgegaan (zie hoofdstuk 5). Als aandachtspunten zijn te noemen:

- verandering van de kwaliteit van bewoning (bijvoorbeeld woongenot, uitzicht, doorsnijding woonkern);
- verandering in bebouwingspatroon (aantal te amoveren woningen);
- verandering van de bereikbaarheid van woningen.

3 HET SYSTEEM VAN WATERKERINGEN

3.1 Algemeen

■ Een waterkering heeft een kenmerkende plaats binnen het watersysteem. Die kenmerken (normen, randvoorwaarden, functies, keringtype en -vorm) zijn bepaald door de ontwikkelingsgeschiedenis van het dijkkringgebied.

De ontwikkeling van de waterkering is sturend geweest bij de vorming van de Nederlandse landschappen en de ecosystemen. De verwevenheid van de waterkerende functie met andere functies van de kering is van alle tijden: naast beveiliging tegen overstroming dienden de waterkeringen als verkeersverbinding, als woongebied, voor het tegengaan van de verzilting en het behouden van zoet water voor veeteelt en landbouw. Bovendien dienden de waterkeringswerken de mogelijkheid te bieden tot het lozen en inlaten van water en tot de doorvaart van de scheepvaart. De aanleg van dijken heeft een rol gespeeld bij het ontstaan van schorren/kwelders en slikken. Bij inpolderingswerkzaamheden ontstonden nieuwe natuurgebieden, waar het gebied de Oostvaardersplassen een goed voorbeeld van is. De waterkeringen vervullen hiermee tevens een belangrijke cultuurhistorische informatiefunctie.

Waterkeringen hadden bij het in cultuur brengen van het land en bij de landaanwinning soms een tijdelijk bestaan. Nu worden de keringen, die nog in functie zijn, 'voor de eeuwigheid' ontworpen en beheerd. Dit betekent niet, dat de constructie een eeuwigdurende levensduur moet hebben, maar wel, dat waar nu een waterkering is, deze naar alle waarschijnlijkheid ook in de verre toekomst nodig zal zijn. Het is te verwachten, dat we de waterkeringen in de toekomst zelfs meer nodig zullen hebben dan nu, gezien de stijging van de zeespiegel en de doorgaande bodemdaling.

In de afgelopen eeuw is het geboden veiligheidsniveau aanmerkelijk gestegen. Stijgen van het veiligheidsniveau betekent een overgang van voelbare naar abstracte veiligheid en leidt in het algemeen tot gewenning en zorgeloosheid. Naarmate de voelbare veiligheid door het ontbreken van (bijna)rampen verder weg komt te liggen gaat het 'derde-generatie' probleem spelen: de generatie, die de rampen alleen kent van 'horen zeggen', komt in actie tegen onzinnig geachte ingrepen, in het bijzonder als de werken diep ingrijpen in rustiek leven in een omgeving waar men zich geborgen en veilig voelt.

Met het stijgen van het veiligheidsniveau werd het evenwicht met de overige functies helaas verstoord. De noodzakelijke ingrepen in de bestaande situatie werden steeds groter. Doordat rampen veelal de aanleiding waren, werden de versterkingswerken tot aan de zeventiger jaren zonder al te veel tegenreactie verwelkomd. Een uitzondering vormde de afsluiting van de Zuiderzee, toen de Zuiderzeevissers hun broodwinning zagen verdwijnen en zij onvoldoende steun vonden bij het opbouwen van een nieuw bestaan.

Aan het eind van de zestiger jaren groeide het gevoel, dat bij het omgaan met noodzakelijke ingrepen in de omgeving niet alleen gelet moest worden op de direct te verbeteren (economische) functies (zoals 'droge voeten' en 'minder verzilting'), maar ook op de gevolgen voor natuur en landschap. De aandacht concentreerde zich binnen het Deltaplan op de afsluiting van de Oosterschelde. Men wees daarbij onder meer op de belangrijke natuurfunctie van deze zeearm en wilde de Oosterschelde open houden. De commissie Klaassensz werd benoemd. Na een half jaar intensief onderzoek verscheen een rapport, waaruit bleek dat een compromis mogelijk was in de vorm van een beweegbare stormvloedkering. Het besluit tot de bouw hiervan werd in 1974 door de Tweede Kamer genomen. Dit werk is van onschatbare betekenis geweest voor de introductie van het integrale waterbeheer aan het eind van de zeventiger jaren.

■ Bij de dijkversterkingen langs de Waddenzee ontstond een discussie over het wel of niet doorzetten van de eeuwenoude trits landaanwinnen -> kweldervorming -> indijken. Natuurbeschermers zagen tegen de achtergrond van de verwachting, dat na het indijken van de kwelders en de slikgronden nieuwe vorming van deze voor de natuur zo belangrijke gebieden nauwelijks meer plaats zou kunnen vinden, een belangrijk verlies aan natuurwaarden ontstaan. Daarentegen werd de eerdere behoefte aan nieuwe landbouwgronden steeds meer omstreden. In Friesland werd na lange discussies in 1993 besloten de dijkverbetering volgens het bestaande tracé uit te voeren en de landaanwinningwerken om te vormen in 'kwelderwerken'. Daarbij staat het laten ontstaan en behouden van kwelders centraal en worden zelfs voorliggende zomerkaden weer doorgestoken.

■ In het kader van natuurontwikkeling, al dan niet voortkomend uit het Natuurbeleidsplan of de Vierde Nota Waterhuishouding (NW4), kan het gewenst zijn om de getijdewerking weer toe te laten in de pol-

der. Dit noemt men 'ontpolderen'. Het ontpolderen heeft als doel om in internationaal opzicht belangrijke natuurwaarden, welke gelegen zijn op de schorren en slikken en gebonden zijn aan de getijdewerking, weer terug te krijgen. Veel van deze waardevolle schorren en slikken zijn door de uitvoering van de Deltawerken verloren gegaan. In de praktijk betekent ontpolderen, dat de dijkkring wordt verlegd naar een ander tracé. In Zeeland zijn, om redenen van nog aanwezige voormalige zeedijken, vaak mogelijkheden voorhanden in de buurt van de huidige ligging van de waterkering. In het ontpolderde gebied zullen in combinatie met het verlaten van de buitenste kering eventueel inrichtingsmaatregelen uitgevoerd moeten worden om de beoogde natuurwaarden te kunnen ontwikkelen. Ontpolderen kan ook een rol spelen bij het uit veiligheidsoverwegingen verruimen van het stroomgebied van een zeearm, bijvoorbeeld de Westerschelde.

■ Uitgangspunt van het beleid is de integrale ontwikkeling van het watersysteem gericht op duurzaamheid. Dat betekent, dat milieu- en leefbaarheidsmotieven daarin een even belangrijke rol (zouden moeten) spelen als economische motieven. Waterkeringen vormen een onderdeel van de watersystemen. Daarmee zijn de volgende aandachtspunten, die mede zijn ontleend aan de Vierde Nota Waterhuishouding, van belang:

- bescherming tegen hoogwater is eeuwenlang vrijwel synoniem geweest aan het bouwen en onderhouden van waterkeringen; duurzame hoogwaterbescherming kan echter het beste worden gerealiseerd door zoveel mogelijk met natuurlijke processen mee te werken; de mens doet een stapje terug om rivieren, estuaria en kust meer ruimte te geven; dit betekent onder meer verantwoord omgaan met het bouwbeleid en tijdig gronden reserveren die in de toekomst wellicht nodig zijn voor het handhaven van de veiligheid;
- voor het Natte Hart (IJsselmeer, Markermeer, de Randmeren) is de natuurontwikkeling te bevorderen door aanleg van een brakwaterzone langs de Afsluitdijk en de aanleg van natuuroevers langs de overige delen van het Natte Hart in combinatie met dijkversterkingen; tevens vragen een flexibeler peilbeheer en de gevolgen daarvan de aandacht.

■ In hoofdstuk 2 is een en ander verder uitgewerkt voor de diverse functies, die een rol spelen bij het beheer van de waterkering.

3.2 De typen

■ Onder de verzamelnaam 'zee- en meerdijken' behandelt deze leidraad de dijken en dammen zeewaarts van de werkingssfeer van de Leidraad Benedenrivieren [5] (figuur 3.2.2).

Dit zijn de volgende typen:

- zeedijken
- meerdijken
- verbindende waterkeringen: afsluitdammen
- verbindende waterkeringen: compartimenteringsdammen
- scheidingsdijken
- compartimenteringsdijken

Afsluitbare keringen vallen onder de werkingssfeer van de Leidraad Waterkerende kunstwerken en bijzondere constructies [4].

De meest kenmerkende eigenschappen van de waterkeringen zijn samengevat in figuur 3.2.1.

type waterkering	belangrijkste functie	kenmerkend voorkomen	medegebruik
zee- en meerdijken	beveiliging polderland op de scheiding van water en land	tracé van 'bestaande' waterkering; steenachtig + groen	uitloop of scheiding van bestaande functies van voor- en achterland
afsluitdammen	verkorting kustlijn	tracé op kortste verbinding; steenachtig	verbindingroute (verkeer); i.v.m. beschikbare ruimte nieuwe functies beperkt mogelijk
compartimenteringsdammen	opdeling binnenwater (meren en Oosterschelde)	tracé op kortste verbinding; steenachtig	verbindingroute (verkeer); i.v.m. beschikbare ruimte nieuwe functies beperkt mogelijk
scheidings- en compartimenteringsdijken	scheiding van twee dijkkringgebieden	tracé van voormalige dijk; groene dijken	uitloop of scheiding van bestaand medegebruik ter weerszijden

Figuur 3.2.1 Functies en kenmerkend voorkomen van dijken/dammen

In de praktijk is het niet zo, dat de genoemde kenmerken zich over het gehele dijkprofiel voordoen; ze uiten zich vaak verschillend op de diverse constructieve onderdelen (onderwateroever, voorland, dijklichaam, binnenberm).

Tevens doen de karakteristieken van de waterkering zich op een ver-

schillende manier voor in relatie met de toegepaste materialen in de dijkconstructie; beide aspecten benadrukken de veelzijdigheid van de constructie en daarmee de gevarieerde relatie met de directe omgeving van de waterkering.

+ *Zeedijken* (figuur 3.2.3) liggen in de noordelijke provincies aan de Waddenzee, Eems en Dollard, en in de kop van Noord-Holland. Langs de Noordzeekust bestaat de waterkering in hoofdzaak uit het samenwerkend stelsel van vooroever, strand en duinen, waarbij op beperkte schaal een aantal kunstmatige verdedigingsvormen wordt aangetroffen, zoals duinvoetverdedigingen, strandhoofden, oeverwerken en keermuren (boulevards). Deze duinkust wordt slechts onderbroken door de zeedijken bij de Hondsbossche Zeewering, de Pettemer Zeewering, IJmuiden, Katwijk, Scheveningen, Stellendam, het Flauwe Werk, de Westkapelse zeedijk en de Westzeeuwsvlaamse dijken. Ook de dijken langs de Ooster- en Westerschelde, langs de Nieuwe Waterweg zeewaarts van de Stormvloedkering en de aansluitende Europoortkering tot aan de Brielse Gatdam behoren tot de zeedijken.

+ *Meerdijken* (figuur 3.2.4) komen voor langs de door afsluitdammen gevormde binnenmeren. Hieronder vallen de dijken langs de voormalige Zuiderzee en rond de IJsselmeerpolders, Grevelingen, Veerse Meer, Markiezaat, Volkerak/Zoommeer en Eendracht/ Spuikanaal Bath/ Antwerps kanaalpand. De dijken rivierwaarts van de Stormvloedkering in de Nieuwe Waterweg, rivierwaarts van de Europoortkering, en rond het Haringvliet en Hollandsch Diep vallen onder de werkingssfeer van de Leidraad Benedenrivieren.

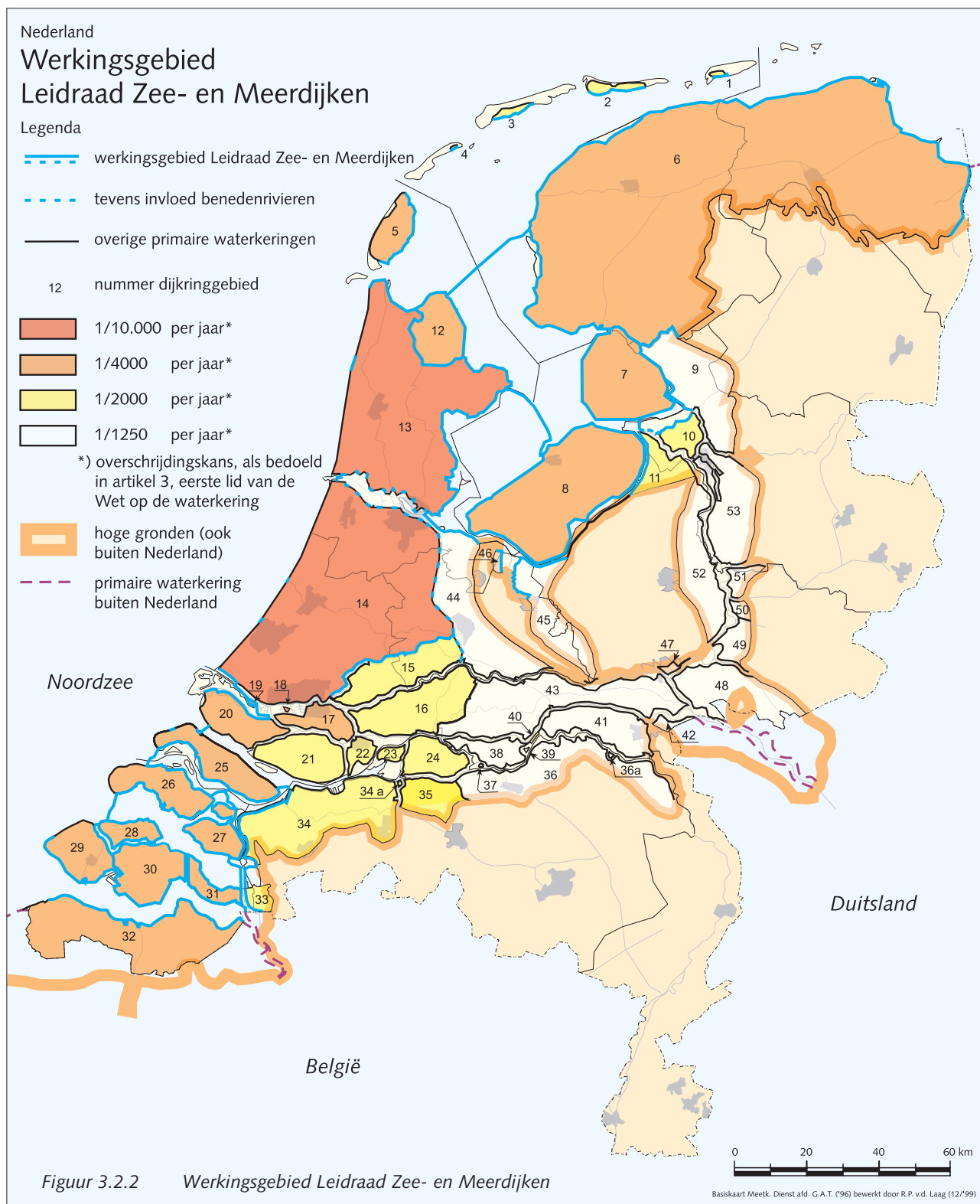
+ *Verbindende waterkeringen (afsluitdammen en compartimenteringsdammen*, figuur 3.2.5) worden aangetroffen tussen de Waddenzee en het IJsselmeer (Afsluitdijk), tussen het IJsselmeer en het Zwarte Meer (Ramspol), tussen het IJsselmeer en het Markermeer (Houtribdijk) en in een aantal voormalige getijgeulen in het Deltagebied (Europoort, Haringvliet, Brouwershavense Gat, Oosterschelde en Veerse Gat). Ter verdere compartimentering zijn de Philipsdam, de Oesterdam, de Zandkreekdijk, de Grevelingendijk, de Markiezaatskade, de Hellegatsdam, de Roggebootsluis, de Nijkerkersluis en de Kadoelenkering aangelegd.

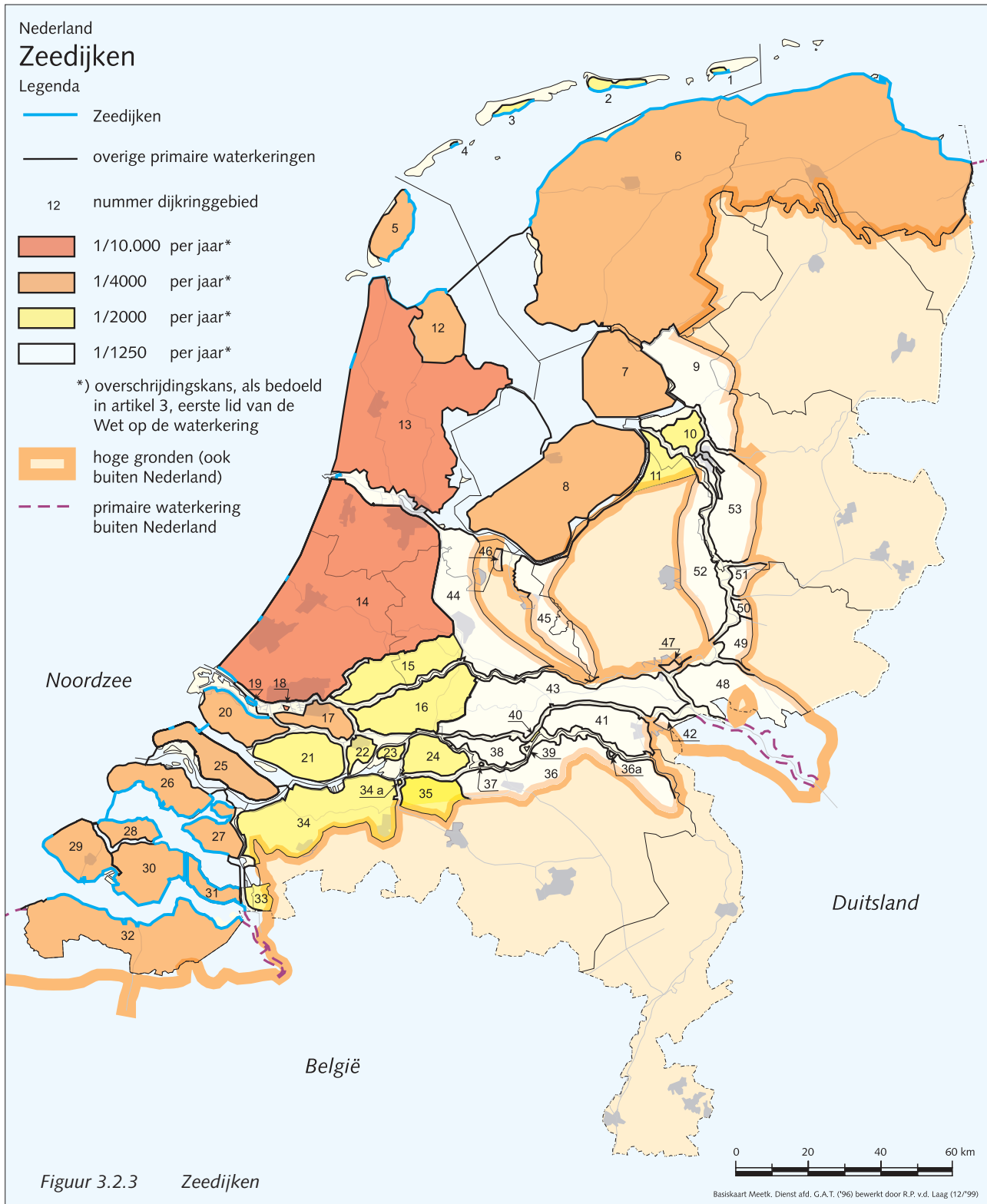
+ Teneinde een stelsel van gesloten dijkkringgebieden te verkrijgen of omvangrijke dijkkringgebieden te compartimenteren zijn aanvullend enkele niet-direct waterkerende *scheidings- respectievelijk compartimenteringsdijken* (figuur 3.2.6) aangemerkt als primaire waterkering.

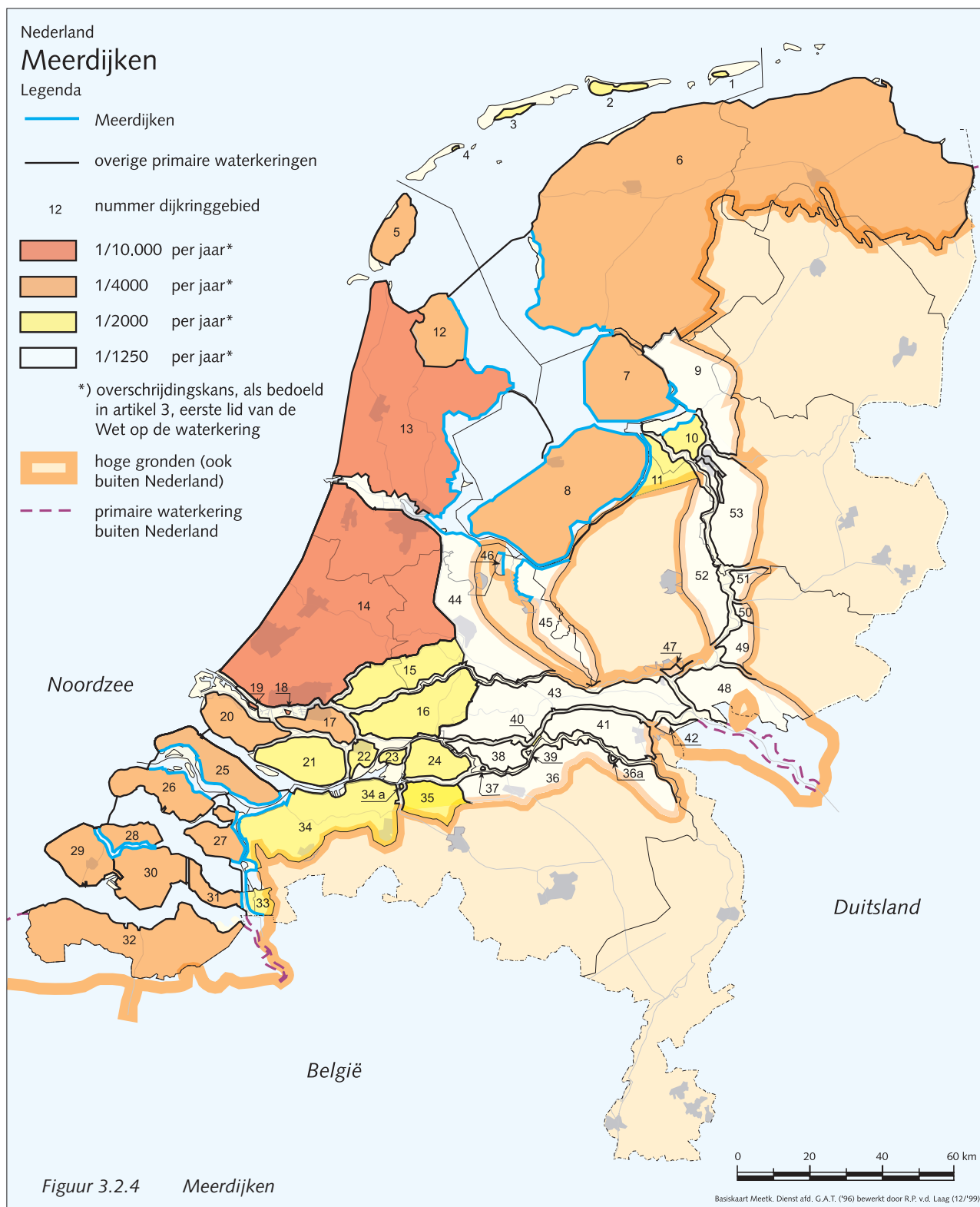
Scheidingsdijken scheiden twee dijkkringgebieden met een verschillende veiligheidsnorm (de dijk tussen de Wieringermeerpolder en de kop van Noord-Holland; de Lindedijk tussen Friesland en Overijssel; de kering langs de rijksgrens ten zuiden van Nieuwe Statenzijl).

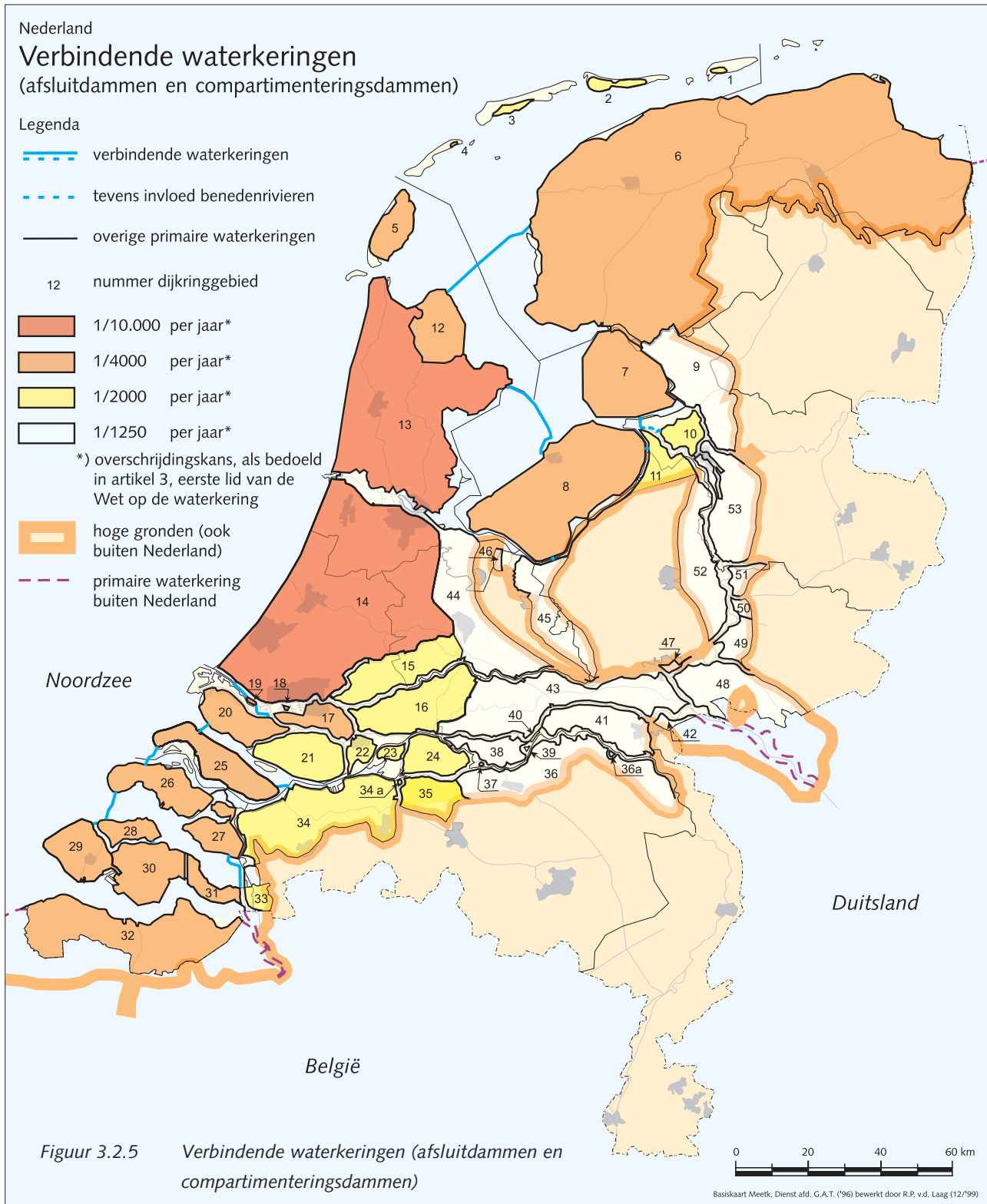
Compartimenteringsdijken liggen tussen dijkkringgebieden met eenzelfde veiligheidsnorm (tussen de Noordoostpolder en Friesland). Daartoe behoren in de toekomst ook de eventueel nog tot primaire keringen op te waarden regionale waterkeringen (waaronder voormalige compartimenteringsdijken en tweede waterkeringen) zoals genoemd in hoofdstuk 2.

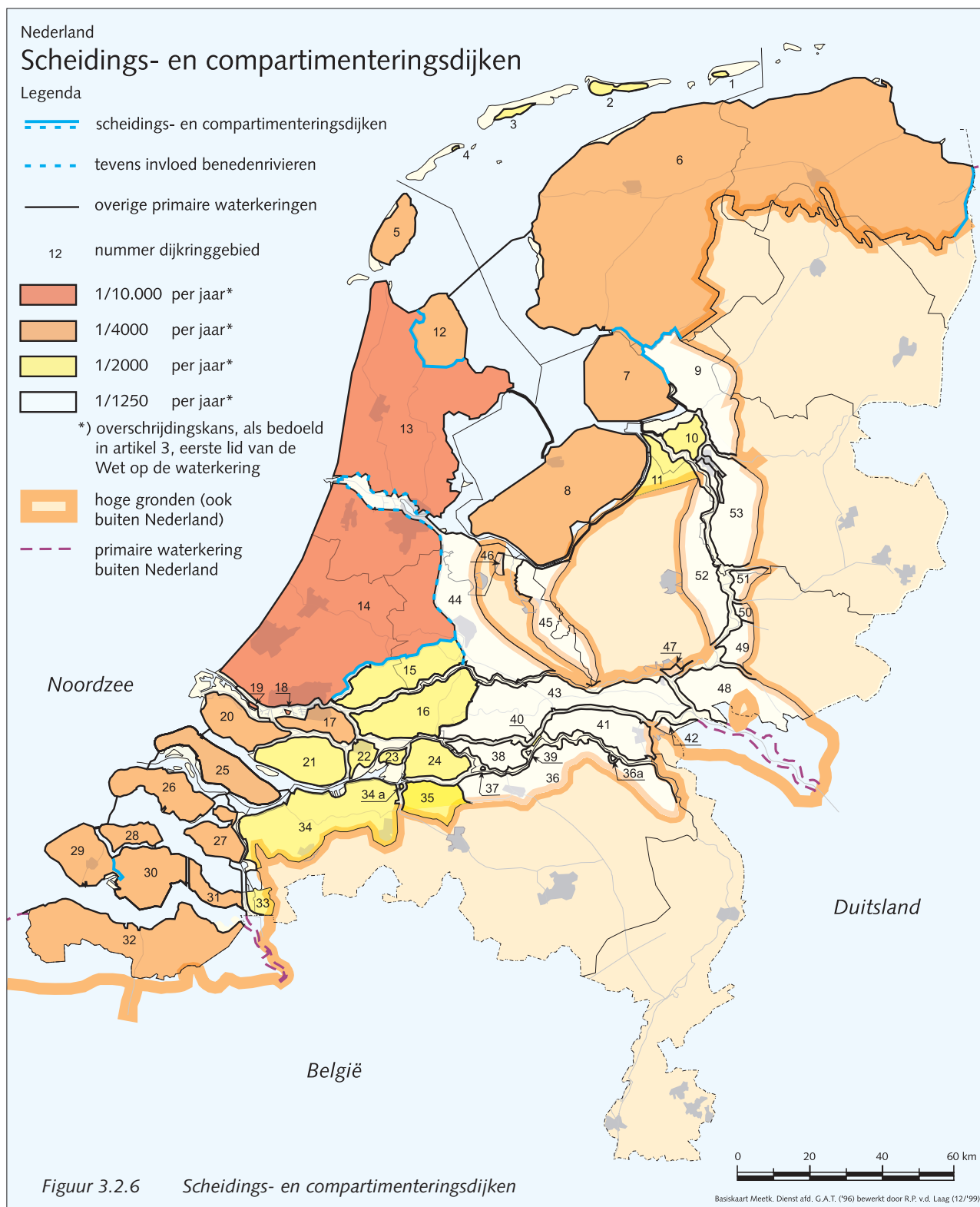
Voor een aantal gebieden in Nederland is naast de primaire kering een stelsel van '*tweede waterkeringen*' of *slaperdijken* in gebruik. Met name in Zeeland vormt de schadekans als gevolg van calamiteiten (dijk- en oevervallen) hiervan de achterliggende gedachte. In de provinciale 'verordeningen waterkering' zijn bepalingen opgenomen hoe met deze (nog nader aan te wijzen) regionale waterkeringen moet worden omgegaan. Dit in afwachting van de in hoofdstuk 2 beschreven vervolgonwikkeling.











3.3 De categorieën

■ De Leidraad Toetsen op Veiligheid [3] geeft, uitgaande van het type te keren water en de ligging ten opzichte van het te beschermen dijkkringgebied, de volgende categorie-indeling van de primaire waterkeringen:

- (1) behoort tot het stelsel dat direct het dijkkringgebied omsluit en buitenwater keert;
- (2) als categorie (1), maar is niet bestemd tot de directe kering van buitenwater;
- (3) ligt vóór een dijkkringgebied en keert buitenwater;
- (4) als categorie (3), maar is niet bestemd tot de directe kering van buitenwater;
- (5) als één van de categorieën (1) tot en met (4), maar ligt buiten de landsgrens.

Deze indeling komt voort uit het feit, dat het toetsen op veiligheid direct gerelateerd is aan de Wet op de waterkering. Voor het beheer ligt de keuze van indeling vrijer en daarom is in deze leidraad aangesloten op de waterstaatkundige situatie en de vormgeving van de dijk.

De genoemde categorieën en typen waterkeringen hebben een relatie zoals aangegeven in figuur 3.3.1. De normstelling voor veiligheid tegen overstroming volgens de Wet op de waterkering verschilt per categorie; dit is uitgewerkt in hoofdstuk 2.

type waterkering	categorie				
	1	2	3	4	5
zeedijken	●				●
meerdijken	●	●			
verbindende waterkeringen			●	●	
scheidings- en compartimenteringsdijken		●			

Figuur 3.3.1 Relatie tussen type en categorie dijken/dammen

4 WATERKERINGSZORG

4.1 Inleiding

Het beheer omvat het totaal aan activiteiten om te waarborgen dat de vastgestelde functies van de waterkering kunnen worden vervuld. De invulling daarvan berust op een visie op de verschillende functies en op de vraag hoe daarmee om te gaan. In de provinciale 'verordeningen waterkeringen' is de verplichting opgenomen een beheerplan op te stellen; daarin zijn de visie en de uitwerking daarvan vastgelegd (zie *grondslagen*).

Dit hoofdstuk toont in § 4.2 de beheercyclus van een waterkering. Paragraaf 4.3 gaat in op de benodigde gebiedspecifieke kennis, gevolgd door een beschouwing over de samenhang met de ruimtelijke ordening in § 4.4. De synthese tussen het opheffen van tekortkomingen van een kering en het behouden of ontwikkelen van waarden krijgt vorm binnen de visie-ontwikkeling en de m.e.r. De hierbij te volgen stappen staan in § 4.5.

4.2 Beheercyclus

■ Bij het realisatie- en instandhoudingsproces zijn te onderscheiden:

- dagelijks beheer vanuit de functie 'veiligheid';
- dagelijks beheer vanuit de overige functies;
- grootschalige aanpassing of nieuwbouw.

■ *(Dagelijks) beheer vanuit de functie 'veiligheid'*

De Wet op de waterkering regelt dat de beheerder verantwoordelijk is voor de instandhouding van een gekwantificeerd veiligheidsniveau. De Leidraad Toetsen op Veiligheid geeft aan hoe het veiligheidsniveau eenmaal per vijf jaar wordt getoetst. Als toetsing uitwijst, dat de dijk niet voldoet aan de wettelijk vastgestelde norm, is versterking nodig of nieuwbouw, al dan niet op dezelfde plaats (figuur 4.2.1). De zorg omvat het geheel aan verantwoordelijkheden en instrumenten voor beleidskeuzen, ontwerp, aanleg en instandhouding van waterkeringen. De eerst aangewezen daarvoor is de waterkeringbeheerder (waterschap of regionale directie van rijkswaterstaat). De provincie houdt toezicht op de zorg en op het integreren van veiligheid met overige belangen. Het rijk schept de wettelijke- en beleidskaders en heeft het oppertoezicht.

■ *(Dagelijks) beheer vanuit de overige functies*

Naast de hoofdfunctie 'veiligheid', die altijd aan een waterkering is toegekend, is een dijkvak doorgaans ook aangewezen voor één of meer andere maatschappelijke functies: landschap, natuur, cultureel erfgoed, verkeer, wonen. Kennis van deze functies en het aanwijzen van prioriteiten is nodig om te weten waar de zorg zich op moet richten. De overige functies zijn toegewezen in plannen en beleidsnota's van rijk, provincie en gemeente. Zo zijn veel dijken opgenomen in de Ecologische Hoofdstructuur van het Natuurbeleidsplan. Dit houdt in, dat daaraan een betekenis is toegekend voor het behoud van de daarop aanwezige natuur of voor het ontwikkelen van nieuwe natuur door natuurtechnisch beheer. Voor dijken en dammen, die liggen langs de door het rijk beheerde wateren staan de functies in het Beheersplan voor de Rijkswateren [14]. Op provinciaal niveau liggen de functies vaak in het Streekplan. Sommige functies zijn verder uitgewerkt, bijvoorbeeld in een provinciaal beleidsplan natuur en landschap of in een LNC-richtlijn dijken en uiteindelijk in de gemeentelijke bestemmingsplannen. Het niet voldoen aan één van de overige functies zal in eerste instantie worden opgelost door bijsturen van het dagelijks beheer. Als dit niet voldoende effect heeft kunnen, na een multifunctionele afweging op basis van het beheersplan, herstelmaatregelen nodig blijken. Met betrekking tot de overige functies zijn als aanleiding voor aanpassing van de waterkering te noemen:

- + kleinschalige aanpassingen:
 - de uitbreiding van de wensen tot medegebruik, bijvoorbeeld in de vorm van toegankelijkheid en begaanbaarheid van de buitenberm/kruin door verbetering van wegen, aanleg van extra trappen/dijkovergangen en bekledingen/verhardingen;
 - het wijzigen van de gekozen beheervorm van de grasbelopen, bijvoorbeeld produktiegras, recreatieve 'ligweide', op natuur gerichte beheervorm;
 - de onderhoudssituatie van de grasbelopen (graslengte versus gebruiksmogelijkheid).
- + grootschalige aanpassingen:
 - het omleggen van het tracé van de waterkering, bijvoorbeeld als gevolg van de aanleg van een haven;
 - het door afname van de hoogte van het voorland (bijvoorbeeld een strand) herstellen van het medegebruik door de aanleg van strandsuppleties voor dijken.

■ *Grootschalige aanpassing of nieuwbouw*

Grootschalige aanpassingen of nieuwbouw, zoals die in de laatste decennia zijn uitgevoerd, zullen naar verwachting in ons land in de toekomst slechts incidenteel nog voorkomen. Voorbeelden van situaties, waarbij nieuwbouw nodig is, zijn:

- bij indijking en kustverlegging;
- bij de aanleg van pompaccumulatiecentrales;
- bij kunstmatige eilanden;
- inlaagdijken;
- in geval van aanpassen compartimentering binnen dijkringen;
- afsluit- en verbindingsdammen;
- grootschalige baggerspeciedepots;
- ontpolderingen ten behoeve van natuurontwikkelingen.

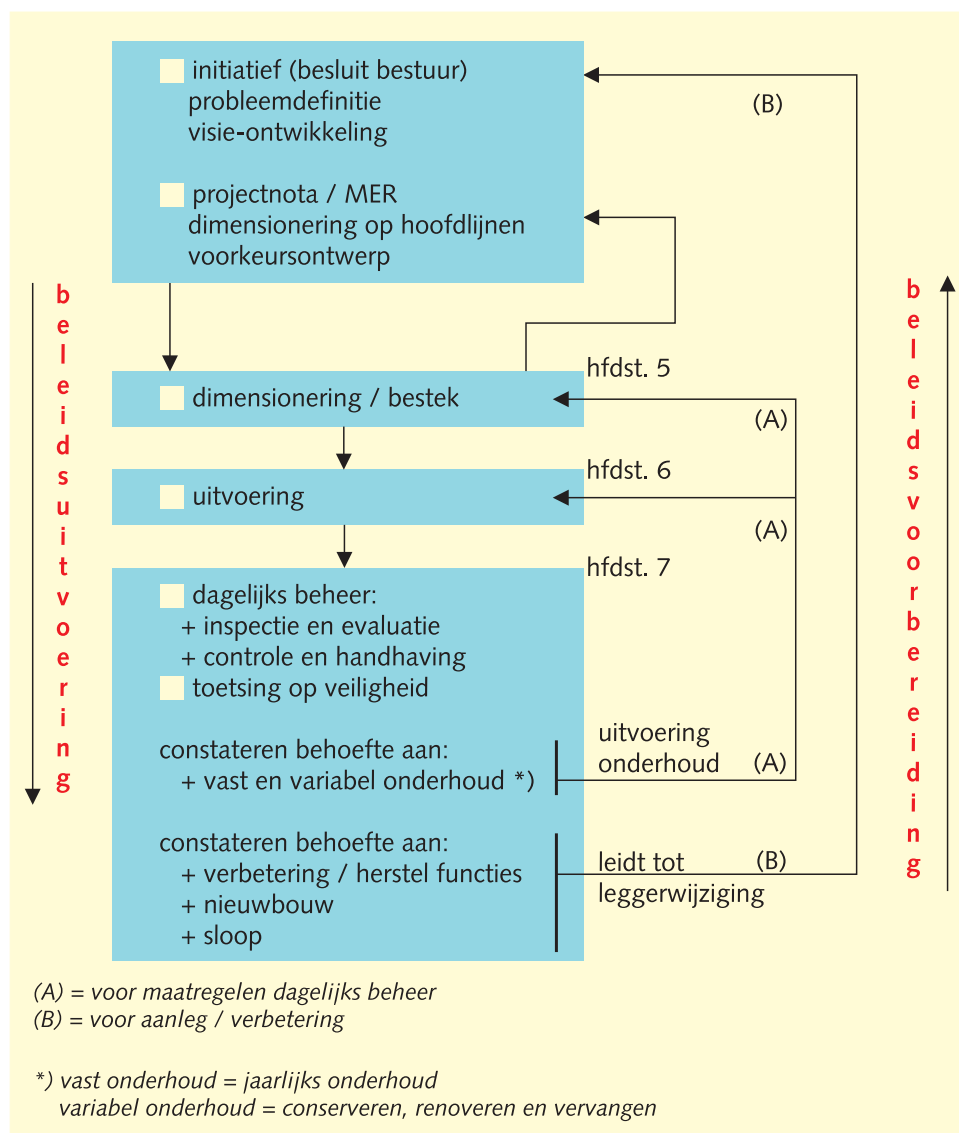
■ *Cyclus*

De aanpassing van de waterkering kan dus variëren van de aanpassing of renovatie van een stukje dijk- of oeverbekleding tot volledige nieuwbouw van een dijkvak. In alle gevallen zijn daarbij meerdere oplossingen mogelijk en zal uit deze alternatieven een keuze moeten worden gemaakt. Het voorgaande heeft een plaats in het cyclische realisatie- en instandhoudingsproces van een waterkering, dat is weergegeven in figuur 4.2.1.

De activiteiten in het schema doorlopen lussen; vaak moet bij een onderdeel even worden vooruitgegrepen op een volgende fase, bijvoorbeeld bij het (globaal) dimensioneren van alternatieven. Voor een bestaande primaire waterkering is in de legger omschreven waaraan deze moet voldoen naar richting, vorm, afmeting en constructie; ook staan daarin de juridische (keur)begrenzungen. Op basis van de inhoud van de legger is te bepalen welke lus moet worden doorlopen:

- onderhoudswerken, die binnen de in de legger vastgelegde afspraken blijven, doorlopen lus (A);
- werken, die een wijziging van de legger met zich mee brengen, doorlopen lus (B).

Bij een nieuw aan te leggen waterkering doorloopt men lus (B). Meestal ligt het begin van de activiteiten bij de evaluatie onderaan in het schema.



Figuur 4.2.1 Realisatie- en instandhoudingsproces (beheerproces) van een waterkering

4.3 Gebiedspecifieke kennis

Naast het kennen van de doelen, die in het beleid van de verschillende bestuurslagen zijn vastgelegd, is ook gebiedspecifieke kennis nodig voor het opstellen van een plan ter verbetering van een waterkering. Die kennis bevindt zich in de eerste plaats bij de waterkeringbeheerder. Daar is bekend op welke plaatsen en in welk opzicht de waterkering niet

voldoet aan de veiligheidseisen. Daar is ook bekend welke functies planologisch zijn toegekend aan welk deel van de waterkering. Daar is ook van elk deel bekend hoe dit maatschappelijk wordt gebruikt (wonen, verkeer, industrie, landbouw, recreatie, natuur). Veel kennis bevindt zich ook bij de provincie en het rijk, bijvoorbeeld in de provinciale natuurinventarisaties, bij rijksmonumentenzorg of bij oudheidkundig bodemonderzoek. Tenslotte bevindt zich een belangrijke informatiebron bij particuliere organisaties voor natuur en milieu. Sommige zijn landelijk georganiseerd, zoals Natuurmonumenten, Vogelbescherming, Vleermuizenwerkgroep, Das en Boom, andere zijn op de provincie gericht, zoals de provinciale landschappen, of lokaal gericht, zoals historische kringen en natuurgroepen.

4.4 Samenhang met de ruimtelijke ordening

Waterkeringen moeten, zoals alle infrastructurele werken, ruimtelijk ingepast worden in onze leefomgeving, dus ook in de bebouwde leefomgeving. Wij leven met, nabij en op waterkeringen. Deze verwevenheid maakt aanpassingen van waterkeringen zo moeizaam. De vrijheid om waterkeringen aan te passen aan de eisen des tijds (en dus vaak aan relatief hogere waterstanden) wordt door de verwevenheid met het overige ruimtelijk gebruik rigoureus aan banden gelegd, en vaak zelfs uitgesloten. Er komt dan naast het waterbouwkundige probleem een planologisch probleem, met de daaraan gekoppelde sociaal-culturele problemen.

Formeel is het vaak wel zo dat dijkgebruikers (dus ook bewoners) voor het gebruik een vergunning hebben, met daarin de voorwaarde dat ze weg moeten als de dijk verzwakt moet worden. In de praktijk blijkt dit soort bepalingen echter niet zonder meer uitvoerbaar.

Dit vraagstuk is van een totaal andere orde dan het waterbouwkundig aspect van de zaak zou doen veronderstellen.

Een solitair bouwwerk heeft een (technische) levensduur van ca. 50 - 100 jaar. Daarna kan men bij het ontwerp van het vervangende kunstwerk na deze halve of hele eeuw gebruik maken van de op dat moment geldende, aangepaste ontwerppeilen. Dit impliceert dat nu bij het ontwerp van een solitair kunstwerk rekening moet worden gehouden met de relatieve waterstandsstijging die in de komende 50 - 100 jaar verwacht wordt.

Bij een planologisch complexe situatie doet echter de levensduur van het

individuele kunstwerk niet meer terzake. Het conglomeraat van de bebouwing fixeert feitelijk de gehele situatie op de heden daarvoor gestelde peilen tot in onbepaald verre toekomst en het slopen van individuele panden ten behoeve van individuele herbouwingen en vernieuwingen schept nimmer meer de mogelijkheid om pijnloos de situatie te herzien. Voor het initiatief tot een integrale aanpassing van de situatie zijn veelal rampen nodig. Doordat Rotterdam doelwit was van een bombardement (in 1940) en getroffen werd door een watersnood (in 1953) was het praktisch uitvoerbaar om de waterkering aldaar op integrale wijze te verbeteren. Een 'tweede ronde' (noodzakelijk vanwege hogere ontwerppeilen) blijkt nu niet meer uitvoerbaar, mede daarom is dan ook gekozen voor een stormvloedkering in de Nieuwe Waterweg.

Ook langs andere weg is het duidelijk te maken dat met een grote tijdschaal rekening moet worden gehouden. In een stad onderscheidt men de elementen van een individueel gebouw, een straat en een wijk. Ieder van deze elementen heeft een eigen tijdschaal van bestaan. Globaal geldt, dat de tijdschaal voor het opvolgende element telkens wel 2 tot 3 maal groter is, zo niet aanmerkelijk meer. Gaat het om vooruitzien in planologische zin, dan kan men een gebouw ontwerpen voor bijvoorbeeld 30 jaar, maar voor de opvolgende elementen is men gebonden aan de bijbehorende levensduur, die vele malen langer is. Dit illustreert een grondgedachte, die bij het projecteren van waterkeringen weinig tot gelding gebracht wordt. Een waterkering, die door een stad heen loopt, draagt door die ligging ten aanzien van de factor tijd niet het karakter van het solitaire kunstwerk, maar minstens dat van een wijk.

Als een waterkering bijvoorbeeld door een industriegebied loopt (bijvoorbeeld door Europoort) dan wordt daarmee gelijk de hoogte van de rest van het gebied vastgelegd. Omgekeerd wordt feitelijk ook de hoogte van de dijk door de hoogte van het gebied gefixeerd. Deze fixatie geldt voor meer dan een eeuw. De waterbouwkundige moet dus in de conglomeration niet alleen oog hebben voor de levensduur van het enkele waterbouwkundige kunstwerk als een dijk of een sluis, maar hij moet ook planologisch denken. Omgekeerd moet de planoloog niet slechts aan de waterbouwkundige vragen hoe hoog 'voor dit moment' de waterkering moet zijn, maar hij moet de waterbouwer er op attent maken dat, eenmaal aangelegd, de hoogte gefixeerd zal zijn voor de levensduur van de gehele conglomeration. De inschatting van de levensduur van de gehele conglomeration moet niet zozeer door de waterbouwer, maar door de planoloog ingeschat worden. Samen moeten ze er voor zorgen dat de waterkeringen met reservestroken passend worden ingevoegd in be-

stemmingsplannen, vooruitdenkend over een periode van meer dan een eeuw (in de Kustnota wordt een termijn van 200 jaar genoemd). De reservestroken zouden wel voor tijdelijke zaken moeten kunnen worden gebruikt.

4.5 Visie-ontwikkeling en milieu-effectrapportage

Gebiedspecifieke kennis is nodig om de visie op de aan te leggen of te versterken waterkering te ontwikkelen. De kennis van de beleidsdoelen laat zien waar naar gestreefd moet worden. Dat kan betekenen dat een bepaalde verandering bereikt moet worden: de gewenste veiligheid. Andere beleidsdoelen zijn gericht op zoveel mogelijk niet veranderen: behoud van LNC. De op behoud gerichte doelen zijn niet star maar impliceren dynamiek (versterking, ontwikkeling), zoals omschakelen op natuurtechnisch beheer van grasvegetaties, het maken van nieuwe habitats zoals paddenpoelen of het ontwikkelen van een ecologische verbindingzone of een fietsroute. De aangewezen beleidsdoelen zijn gericht op behoud en ontwikkeling van door de politiek geautoriseerde waarden. Als op lokaal niveau zich LNC-elementen bevinden, waaraan nog geen officiële waarde is toegekend, moet daarover alsnog een uitspraak worden gedaan. Dit gebeurt tijdens de ontwikkeling van de visie. Dat begint met de inventarisatie. Daartoe worden de LNC-aspecten voor het te verbeteren gedeelte grondig beschreven. Bronnen daarvoor zijn de provinciale natuur- en milieu-inventarisaties, de particuliere natuurorganisaties en de cultuurhistorische documentatie van overheid en particulieren. In dit stadium worden ook de wensen verzameld voor de overige maatschappelijke functies: wonen, werken, verkeer. De gemeenten zijn daarvoor de belangrijkste bron.

Uit deze gegevens moet een keuze worden gemaakt waaraan men waarde wil toekennen. Omdat het om een keuze gaat is dit subjectief. Dat houdt in dat voor de nieuw benoemde waarden politieke verantwoordelijkheid genomen moet worden. Maatschappelijk draagvlak is daarvoor een vereiste. Om dit draagvlak te bereiken moeten adviesgroepen (klankbordgroepen) worden ingesteld. Daarin zijn alle belangengroepen vertegenwoordigd. Aan het overleg nemen ook deskundigen en bestuurlijk verantwoordelijken deel. De adviesgroepen zijn gericht op het bereiken van consensus. De uitkomst daarvan is een lijst van LNC-waarden en van andere te behouden of te ontwikkelen maatschappelijke functies. Deze lijst wordt toegevoegd aan die van de geautoriseerde

waarden en van de planologisch vastgelegde of gewenste functies. Daarmee is het overzicht aan waarden en functie-eisen compleet.

De visie bevat nu twee essentiële elementen: de eisen waaraan de nieuwe waterkering moet voldoen, respectievelijk de tekortkomingen in de bestaande waterkering, en de waarden.

De volgende stap is het zoeken naar maatregelen ter verbetering van de veiligheid, die de waarden zoveel mogelijk ontzien of zelfs versterken. Oplossingen, die technisch voldoen, maar slecht scoren op het behoud of genereren van de waarden, vallen af. De meest kansrijke oplossingen blijven over. Door die verder uit te werken in de richting van de project-nota worden verlies en winst van de waarden van de oplossingsmogelijkheden concreet gemaakt. Die informatie levert de uiteindelijke keuze voor de technische aanpak van de aanleg, respectievelijk de verbetering.

Het voorafgaande bevat, samengevat, vijf te doorlopen stappen:

1. Inventarisatie van de eisen die gesteld worden aan de nieuw aan te leggen waterkering, respectievelijk van de tekortkomingen van de bestaande waterkering, van de aanwezige LNC-aspecten en van de overige functies.
2. Definiëren van de vereiste verbeteringen voor de veiligheid, van de geautoriseerde LNC-waarden, van de aanvullende gebiedspecifieke LNC-waarden en van de overige gebruikswensen.
3. Opsporen van de knelpunten. Dat zijn de situaties waar een benoemde waarde aangetast dreigt te worden door de vereiste technische ingreep.
4. Selecteren van technische oplossingen (dwarsprofiel en tracékeuze), die voldoen aan de gestelde veiligheidseisen, maximaal gericht zijn op behoud en ontwikkeling van waarden en de andere functies zo goed mogelijk inpassen.
5. Uitwerken van één of meer kansrijke ontwerpen en kiezen van het voorkeursontwerp.

De eerste vier stappen betreffen de visie-ontwikkeling, de laatste stap de keuze van het uit te voeren ontwerp.

Het proces van visie-ontwikkeling komt overeen met beleidsanalyse, namelijk het genereren en selecteren van alternatieven. In termen van milieu-effectrapportage is de visie de essentie van de startnotitie en is het uitwerken van kansrijke alternatieven plus de keuze van het

voorkeursalternatief de essentie van het MER. Hierdoor voegen zich visie-ontwikkeling (beleidsanalyse) en projectnota naadloos in het proces van de m.e.r.

Er is dus maar één procedure nodig voor het hele dijkverbeteringstraject en deze is gekenmerkt door een trechterstructuur, die efficiënt leidt tot een oplossing die vanuit alle gezichtshoeken het optimum is.

Het uitvoeren van een multicriteria-analyse blijft zinvol als veel verschillende oplossingen mogelijk zijn met veel kenmerken waaraan (nog) geen waarde is toegekend. Het beleid is bij de waterkeringen doorgaans dat station al gepasseerd en vastgelegd in een bovenliggend kader. In Bijlage II is dit toegelicht.

5 DIMENSIONERING

5.1 Inleiding

- In het totale realisatie- en instandhoudingsproces van een waterkering (zie figuur 4.2.1) speelt de dimensionering op drie manieren een rol:
- globaal bij het beschouwen van alternatieven,
 - meer in detail bij het tot op besteksniveau uitwerken van de uiteindelijk gekozen oplossing, en
 - eventueel bij variabel onderhoud (renoveren en vervangen).

Dit hoofdstuk geeft de regels voor de dimensionering van (onderdelen van) een dijk; het is opgezet vanuit de volgende gedachtengang:

- uit de veiligheidsfunctie volgen de eisen met betrekking tot het waterkerend vermogen; deze eisen zijn voor de dimensionering primair; indien mogelijk wordt gekozen voor een constructie in grond (zie voor de overwegingen hiervoor § 5.2); de nu vigerende benadering voor de hydraulische belasting is de overbelastingbenadering per dijkvak, waarbij de maatgevende belasting wordt gekarakteriseerd door een acceptabel geachte waarde voor het golfoverslagdebiet, afhankelijk van de constructie van de dijk, het gebruik van de dijk en het karakter van het achterliggende gebied;
- alle functies samen zijn bepalend voor de uiteindelijke vormgeving (een grondprofiel of een profiel met bijzondere constructies) en de plaats van de kering (het tracé)
- na de keuze van de vorm en het tracé volgt de constructieve uitwerking, inclusief de inrichting met het oog op het dagelijks beheer.

In figuur 5.1.1 staan deze drie stappen in een schema, dat nadrukkelijk in samenhang moet worden gezien met het schema uit figuur 4.2.1.

(a) *Eisen bij de functie 'waterkeren'*

Vanuit de veiligheidsfunctie geredeneerd moet de dijk beschikken over voldoende waterkerend vermogen om het achterland beveiliging te bieden tegen overstroming. In de Wet op de waterkering [1] is de vereiste norm voor de beveiliging vastgelegd in de vorm van een belasting: de overschrijdingskans van een extreem hoge waterstand (de maatgevende hoogwaterstand MHW, zie figuur 5.2.2), die moet kunnen worden gekeerd (de gebiedsfrequentie).

De veiligheidseis, die aan zee- en meerdijken wordt gesteld, volgt uit de door de indertijd door de Deltacommissie voorgestelde benadering. Elk dijkvak moet de hydraulische belastingen behorend bij de gebiedsfrequentie uit de Wet op de waterkering veilig weerstaan. Op onderdelen, zoals de gezamenlijke statistiek van de hydraulische belastingen (wind, waterstand, golven) en de toelaatbare overslagdebieten, is de benadering van de Deltacommissie door een modernere formulering vervangen.

De uitwerking van de veiligheidseis valt in twee onderdelen uiteen: een eis, waaraan het overslagdebiet moet voldoen ter bepaling van de kruinhoogte, en een eis, waaraan de overige onderdelen van de waterkering moeten voldoen. In woorden en formulevorm:

- De kans, dat het voor het betreffende dijkvak vastgestelde toelaatbare overslagdebiet wordt overschreden (er treedt dan 'overbelasten' op), moet kleiner zijn dan de in de wet gegeven norm. Het toelaatbare overslagdebiet volgt uit de kenmerken van het dijkvak en het achtergelegen gebied.

Dit geeft als voorwaarde (1): $P\{q \geq q_t \mid h \leq MHW\} \leq \text{norm}$

- De kans op falen van de kering als gevolg van het optreden van alle overige faalmechanismen (zoals piping, onvoldoende sterkte en stabiliteit van het dijklichaam en de bekleding) als geen overbelasten optreedt moet zeer klein zijn.

Dit geeft als voorwaarde (2):

$P\{\text{falen t.g.v. overige mechanismen} \mid q < q_t\} \leq 0,1 * \text{norm}$ met:

$P\{\dots\}$ = kans dat in een jaar de tussen $\{\}$ geplaatste gebeurtenis zich voordoet

q = overslagdebiet, volgend uit de geometrie en de hydraulische randvoorwaarden

q_t = toelaatbaar overslagdebiet, volgend uit algemene constructiekenmerken en uit kenmerken van het achterliggende gebied

h = waterstand

norm = de gebiedsfrequentie als vastgelegd in de Wwk

Er is sprake van falen als niet meer wordt voldaan aan de functionele criteria. Voor het veiligheids criterium betekent dit, dat de waterkering niet meer het in de wet bedoelde waterkerend vermogen bezit.

De faalcriteria zijn per faalmechanisme (zie § 5.2 en figuur 5.2.5) gedefinieerd.

Het waterkerend vermogen (de sterkte) van een dijk wordt bepaald door de hoogte van de kruin, en de stabiliteit en de waterdichtheid van het (beklede) dijklichaam en de fundering (ondergrond).

De wijze van vormgeving van het dwarsprofiel vanuit de veiligheidsfunctie, met inachtnaam van voor de vorm relevante globale eisen uit de overige functies, staat in § 5.2.

De benodigde informatie over de in rekening te brengen belastingen en de (grondmechanische) sterkte wordt behandeld in het Basisrapport.

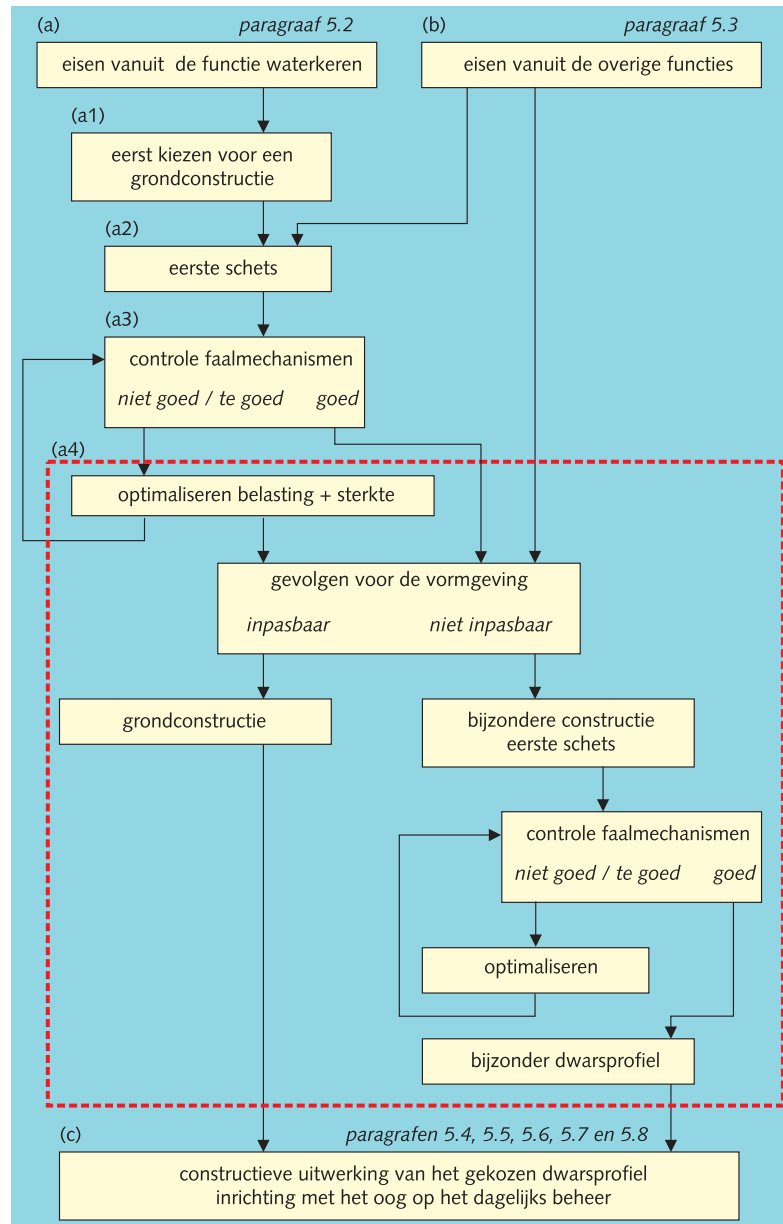
De dimensionering start met de verkenning van de mogelijkheid van een grondprofiel. Hiertoe wordt in stap (a) vanuit de veiligheidsfunctie een grondconstructie ontworpen met ruime afmetingen. Vervolgens wordt in stap (b) nagegaan of de eisen vanuit de overige functies in acceptabele mate inpasbaar zijn in een grondconstructie. Is dit het geval dan moet worden gecontroleerd of het profiel daadwerkelijk voldoet aan alle veiligheidseisen, met andere woorden alle faalmechanismen moeten worden gecontroleerd.

Als niet wordt voldaan aan de veiligheidseisen of als het profiel 'te goed' is, moet door optimalisatie aan zowel de belastingkant als aan de sterktekant in een iteratief proces tot een uitgekiend grondprofiel worden gekomen danwel worden besloten dat (plaatselijk) moet worden overgestapt op een bijzondere constructie.

(b) Eisen bij de overige functies

Vanuit de overige functies gelden eisen en wensen met betrekking tot de architectuur van de dijk: de kruinbreedte, de vormgeving van de taluds, de bekleding en de bermen, en het tracéverloop. In grote lijnen zijn deze reeds meegenomen bij het schetsontwerp in stap (a).

In § 5.3 staat de verdere uitwerking. Een en ander zal normaliter, na het doorlopen van de vijf stappen uit § 4.5, leiden tot aanpassing van de grondconstructie in vorm en situering, en/of tot een dwarsprofiel met bijzondere constructies en zelfs in sommige gevallen leiden tot een geheel nieuw dijktracé.



Figuur 5.1.1 Dimensionering dwarsprofiel

(c) De constructieve uitwerking

Enkele bouwstenen ten behoeve van de constructieve uitwerking van de dwarsprofielen staan in de paragrafen 5.4 tot en met 5.8:

- * Het dwarsprofiel moet worden beschermd door een bekleding (§ 5.4).

-
- * De aansluiting van een dijklichaam aan kunstwerken, duinen en hoge gronden vraagt aangepaste constructies (§ 5.5).
 - * In een aantal gevallen moet op, in of rond het dijklichaam een plaats worden gevonden voor, of rekening worden gehouden met, reeds bestaande objecten die niet bijdragen aan de functie waterkeren (§ 5.6).
 - * In § 5.7 staat een overzicht van dwarsprofielen met een bijzondere vorm, die alleen of in samenhang met het geoptimaliseerde grondprofiel kunnen worden toegepast bij specifieke functionele eisen.
 - * De inrichting met het oog op het dagelijks beheer wordt behandeld in § 5.8.

5.2 Vormgeving dwarsprofiel vanuit de functie ‘waterkeren’

■ Bij de vormgeving en dimensionering van het dwarsprofiel van de kering vanuit de veiligheidsfunctie wordt in deze paragraaf een aantal stappen doorlopen (zie figuur 5.1.1):

- (a1) starten met een grondconstructie;
- (a2) het maken van een eerste globale schets van het dwarsprofiel: het schetsen van de contouren en de situering van het dwarsprofiel vanuit enkele startwaarden, rekening houdend met de eisen uit de andere functies;
- (a3) de controle op faalmechanismen: kijken of wordt voldaan aan alle veiligheidsaspecten. In dit stadium dient hierbij ook, zij het globaal, de uitvoering te worden betrokken. Bijvoorbeeld de uitvoering kan toepassen van een cunet/grondverbetering noodzakelijk maken en dit kan weer gevolgen hebben voor bijvoorbeeld de stabiliteit onder maatgevende omstandigheden.
- (a4) de optimalisering van het dwarsprofiel: door het variëren van een aantal parameters komen tot een zo voordelig mogelijk profiel. Zo voordelig mogelijk zal hier vaak inhouden kosten-optimaal. Echter, met inachtnaam van alle (gewogen) milieu-effecten zal dit niet altijd het geval kunnen zijn.

De stappen (a2), (a3) en (a4) vormen een iteratief proces.

(a1) *Type dwarsprofiel: starten met een grondconstructie*

Bij de keuze van het type dwarsprofiel kan worden gemanoeuvreerd tussen twee uitersten.

- Aan de ene kant staat het beproefde concept van een massief dijklichaam, opgebouwd uit zand, klei en steenachtige materialen.
- Aan de andere kant is een concept mogelijk, uitgaande van het toepassen van bijzondere ('uitgekiende') constructies, zoals schermen in de dijk, kistdammen, damwanden en beweegbare keringen.

Bij het maken van een keuze zijn de volgende overwegingen van belang:

- De extreme omstandigheden, die horen bij de huidige veiligheidsnorm, liggen (vooral aan zee) ver af van wat in de laatste (honderden) jaren op basis van de ervaring in de ontwerpen is verwerkt; hierdoor is het mogelijk, dat onbekende faalmechanismen in die situaties een rol gaan spelen of bekende faalmechanismen zich anders gaan ontwikkelen.
- Met betrekking tot de waterkerende functie wordt de betrouwbaarheid van een dijk bepaald door de kwaliteit van achtereenvolgens het ontwerp, de uitvoering en het dagelijks beheer.
De haalbare kwaliteit wordt in alle drie de fasen sterk bepaald door de complexiteit (het aandeel bijzondere elementen) van het dwarsprofiel. De toename van de complexiteit verhoogt de kans dat bepaalde factoren niet juist worden geëvalueerd, terwijl de weerstand tegen desintegratie (een soort restveiligheid voor als er toch iets mis gaat) afneemt naarmate er verder van het grondprofiel wordt afgeweken.
- Zand, klei en steenachtige materialen zijn onvergankelijk. Het dijklichaam vormt één geheel met de ondergrond. Flauwe taluds geven een gunstige drukverdeling en stabiliteit en bovendien een optimale opvang van de golfenergie; toekomstige verhogingen en verzwaringen zijn meestal goed uitvoerbaar.
- Toepassen van bijzondere constructies intensiveren de inspanning van het dagelijkse beheer op het gebied van monitoring (voortdurende controle op functievervulling, speciaal bij verborgen elementen), onderhoud, vervanging en verbetering, en van eventuele bediening van afsluitmiddelen.

Hoewel bij het afwijken van een ruim opgezet massief dijklichaam het aantal onzekerheden toeneemt, zal in het algemeen toch worden gestreefd naar een geoptimaliseerd grondprofiel (uiteraard alleen met gebruikmaken van algemeen aanvaarde technische inzichten en modellen).

Toepassen van bijzondere constructies wordt alleen dan overwogen indien er functies en waarden zijn die een dergelijke keuze rechtvaardigen. De gekapitaliseerde kosten van aanleg, onderhoud en verbetering nemen daarbij in het algemeen toe.

Uit het voorgaande ontstaat de volgende lijst met aandachtspunten, die bij de afweging kan worden gebruikt:

- Het ontwerp (met het oog op het totale beheer), dient zo te worden uitgevoerd, dat:
 - verhogingen en verzwaringen in de verre toekomst mogelijk blijven;
 - de kans op onbekende faalmechanismen zo klein mogelijk is;
 - bij nalaten van goed beheer de kering niet direct gaat desintegreren;
 - bij het falen van de kering het aanslaan van opeenvolgende faalmechanismen zo langzaam mogelijk verloopt;
 - de functieervulling controleerbaar blijft (dit wordt moeilijker naarmate het dwarsprofiel complexer wordt en meer verborgen elementen bevat).
- Worden bijzondere ('uitgekiende') constructies overwogen, dan vergt het volgende extra aandacht:
 - de wijze waarop in het ontwerp aan de faalmechanismen het hoofd wordt geboden;
 - de flexibiliteit van het ontwerp: dat is een maat voor het gemak waarmee de kering kan worden aangepast als normen, randvoorwaarden, kennis en/of maatschappelijke opvattingen (zich) wijzigen;
 - de moeilijkheidsgraad (ervaring) van/bij de uitvoering;
 - de omvang van de beheerorganisatie en -inspanningen (waaronder het moeten opbouwen van ervaring), voor zowel het normale beheer als in extreme (crisis)situaties; de afhankelijkheid van derden hierbij (zowel aannemers als vrijwilligers).
 - de betrouwbaarheid van de betrouwbaarheidsanalyse, gepaard aan de restveiligheid bij falen;
 - de bedrijfszekerheid van sluitingsoperaties;
 - de controleerbaarheid over grote lengte van een in werking gebrachte tijdelijke kering (ook met het oog op vandalisme);
 - de kosten van investering, onderhoud en toekomstige aanpassing/vervanging; hierbij ook de vraag beantwoorden in hoeverre de huidige keus een claim legt op toekomstige generaties (maat-

-
- schappelijke duurzaamheid);
 - de technische duurzaamheid van de gebruikte materialen; in tegenstelling tot zand en klei (let wel op de structuurvorming bij klei) verouderen staal, kunststof en beton en geven daardoor problemen, niet bij kleine eenvoudig te vervangen elementen, maar wel bij funderingen en verborgen constructies;
 - kiezen voor een constructie die niet in één keer volledig bezwijkt, maar waarschuwt als het moment van overbelasten nabij is;
 - goede beheerregisters aanleggen.

(a2) Eerste globale schets van het dwarsprofiel.

In deze stap worden met hulp van voornoemde overwegingen en aandachtspunten de eerste globale contouren van het dijklichaam geschetst. Hiervoor is een aantal vuistregels/aannamen gegeven, die puur als startwaarden moeten worden gezien.

De eerste keuze is voor een grondconstructie. Via het schema in figuur 5.1.1 is het echter mogelijk dat uiteindelijk gekozen wordt voor een profiel met bijzondere constructies.

De ontwerp(reken)periode voor het grondprofiel is in het algemeen 50 jaar. Zeker bij het bepalen van de sterkte en de hoogte voor kostbare en moeilijk later aan te passen constructies wordt een langere rekenperiode aanbevolen.

Figuur 5.2.2 toont een dwarsprofiel van een dijk met de bijbehorende benamingen.

Van belang bij het maken van de eerste (voorlopige) schets zijn:

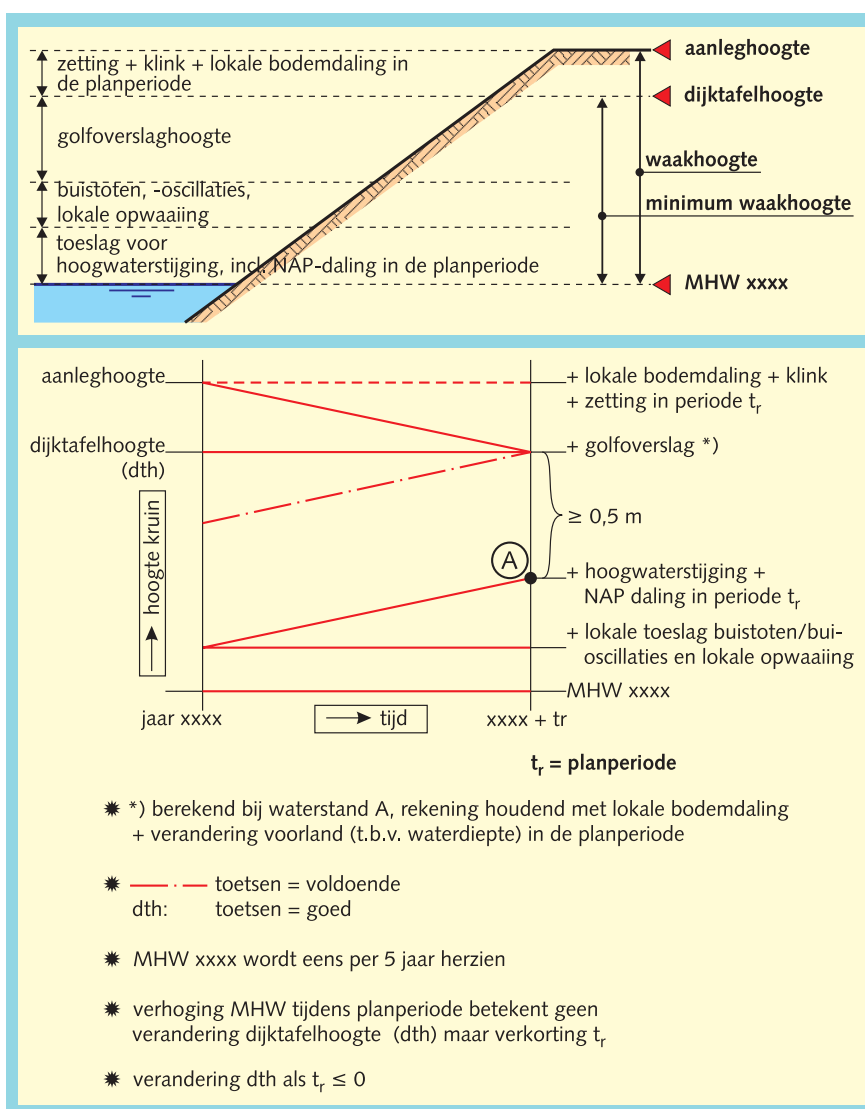
- de kruinhoogte en -breedte;
- de taludhellingen, in relatie met globale gedachten over de wijze van bekleden;
- de situering van het dwarsprofiel;
- de plaats en de afmetingen van eventuele bermen en de ontsluiting.

(-) De aanleghoogte van de kruin

De aanleghoogte van de kruin (zie figuur 5.2.1) wordt bepaald door de som van de hierna te noemen bijdragen (a) + (b) + (c) + (d) + (e) + (f):

- a. de waterstand met een overschrijdingskans overeenkomstig de wettelijke norm: de maatgevende hoogwaterstand MHW xxxx, waarin xxxx staat voor het jaar van vaststelling;

- b. de hoogwaterstijging (inclusief de NAP daling) over de planperiode;
- c. een toeslag voor bui-oscillaties, buistoten en seiches; (lokale) opwaaiing wordt alleen in rekening gebracht als deze niet reeds in de waterstandsstatistiek is verwerkt.
- d. de golfoverslaghoogte, die behoort bij een overslag van 1 l/m/s (als gekozen startwaarde uit de logaritmische reeks 0,1 -> 1 -> 10 l/m/s);
- e. de lokaal verwachte bodemdaling over de planperiode;
- f. de verwachte kruindaling door klink van het dijklichaam en zetting van de ondergrond over de planperiode, na de oplevering.



Figuur 5.2.1 Bijdragen aanleghoogte kruin

De bijdrage (a) staat, evenals de bijdrage (b), voor het buitenwater in de nota Hydraulische randvoorwaarden voor primaire waterkeringen [13]. Voor binnenwater staat de aan te houden MHW in de legger en het beheersplan van de beheerder (zie hoofdstuk 2).

De bijdragen (a), (b), (c) en (e) zijn niet beïnvloedbaar; het Basisrapport geeft in hoofdstuk B2 een beschrijving van de bijbehorende belastingen. Bijdrage (f) is wel beïnvloedbaar. Bijdrage (d) is mede afhankelijk van de helling en de vorm van het buitenbeloop, de vooroever en golfdempende maatregelen; de berekening vindt plaats bij een waterstand gelijk aan (a) + (b) + (c) en een bodemligging, die rekening houdt met veranderingen in de ligging van het voorland, met inbegrip van de bodemdaling gedurende de planperiode.

Het Basisrapport geeft in hoofdstuk B3 meer informatie over hoe (a) tot en met (f) worden bepaald.

(-) De kruinbreedte

De kruinbreedte krijgt als praktische maat als eerste aanzet 2 m; een kruin van deze breedte is net berijdbaar en voldoende als de onderhouds-/inspectieweg op een binnenberm ligt. Een goede berijdbaarheid als onderhouds-/inspectieweg vraagt 3 à 4 m. Wegen voor openbaar verkeer vragen vanzelfsprekend meer ruimte.

(-) De taluds

Het buitentalud tussen kreukelberm en kruin krijgt een gemiddelde (tonrondte) helling van 1 : 5 aan zee of 1 : 4 langs de meren. Bij gebrek aan klei worden harde bekledingen toegepast. Bij het toepassen van een asfaltbetonbekleding verdient het in verband met het onderhoud aanbeveling niet steiler dan 1 : 5 te gaan. Wanneer wel goede klei voorhanden is, kunnen afhankelijk van de mate van golfaanval, taludhellingen van 1 : 5 of flauwer worden aangehouden. Een helling oogt in het algemeen fraaier naarmate hij flauwer is. Het binnentalud krijgt een helling van 1 : 3.

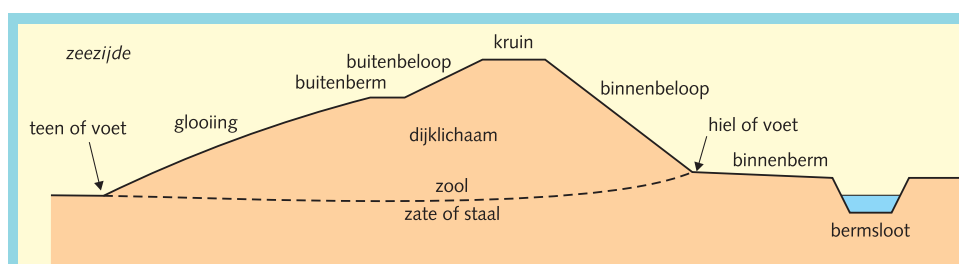
(-) De situering van het dwarsprofiel

Bij dijkverbetering is keuze uit:

- een dijkverzwaring naar binnen;
- een dijkverzwaring naar buiten;
- een dijkverzwaring ter weerszijde en over de bestaande dijk;

- een nieuw tracé binnen of buiten de bestaande dijk.

Bij deze keuze worden de waterkeringstechnische uitgangspunten, de overige functies en de kosten samengebracht teneinde tot een maatschappelijk aanvaardbare oplossing te komen.



De terreinstrook, waarop de dijk met de onderkant, de zool, rust heet de zate of het staal. Het talud aan de zijde waar de hoogste waterstanden voorkomen, is het buitentalud of het buitenbeloop. De onderrand daarvan heet, behalve voet ook teen of buitenteen. Bestaat het buitenbeloop uit twee, door een ongeveer horizontaal liggend gedeelte gescheiden taluds, dan heet het bovengedeelte het bovenbeloop, het onderste gedeelte het benedenbeloop, het horizontale gedeelte, afhankelijk van het gebruiksdoel en hoogteligging, de hoge buitenberm, onderhoudsberm, hoogwaterberm, stormvloedberm of platte berm. Het hoogste, ongeveer horizontaal gelegen deel van de dijk is de kruin. Het talud aan de land- of polderzijde is het binnentalud of binnenbeloop, eveneens in veel gevallen onderverdeeld in een bovenbeloop en een benedenbeloop, gescheiden door een hoge binnenberm (onderhouds/ontsluitingsberm). De onderrand is de hiel, maar wordt ook aangeduid als binnenteen en als voet. De terreinstrook langs de hiel is de lage binnenberm. Is die aan de landzijde begrensd door een sloot, dan heet die de bermsloot of binnenbermsloot; bij grote afmetingen wordt de naam dijkvaart of riet gebruikt. Als de terreinstrook langs de buitenteen door een, ongeveer evenwijdig aan de dijk lopende afscheiding (sloot, afrastering, ...) wordt begrensd, dan heet die strook buitenberm. Ligt de teen beneden hoogwater en ligt daar een met steen bestorte berm, dan noemt men die laagwaterberm, lage buitenberm of plasberm (in Zeeland kreukelberm). Ligt aan de zeezijde van de dijk terrein boven water, dan is dat het voorland of vooroever (in Zeeland heten die buitendijkse gronden schorren of gorzen, in het noorden van ons land kwelders). Het gedeelte van het terrein nabij de buitenteen en beneden laagwater gelegen is het onderwaterbeloop.

Figuur 5.2.2 Benamingen dijkprofielen

(-) *Keuze stormvloedberm*

Bij de meeste dijken is met het oog op reductie van de golfoverslag op niveau (a) + (b) + (c) + (e) + (f, alleen het deel tot de bermhoogte) een berm aangebracht. De breedte is ongeveer $4 \cdot H_s$ met een minimum van 5 m. De berm loopt onder 1 : 20 af naar buiten. Bij de afweging voor het wel of niet toepassen van een stormvloedberm is het volgende van belang:

- Bij een talud flauwer dan 1 : 5 is het effect van zo'n berm gering.
- Bij het ontwerpen van de bekleding moet rekening worden gehouden met geconcentreerde golfaanval op de knikpunten, en het feit dat deze knikpunten vaak zwakke plekken in de bekleding zijn.
- Een toekomstige verandering van de bijdragen (a), (b) en/of (c) kan een ingrijpende aanpassing (verhogen berm) van het buitentalud nodig maken.

(-) *Plasberm*

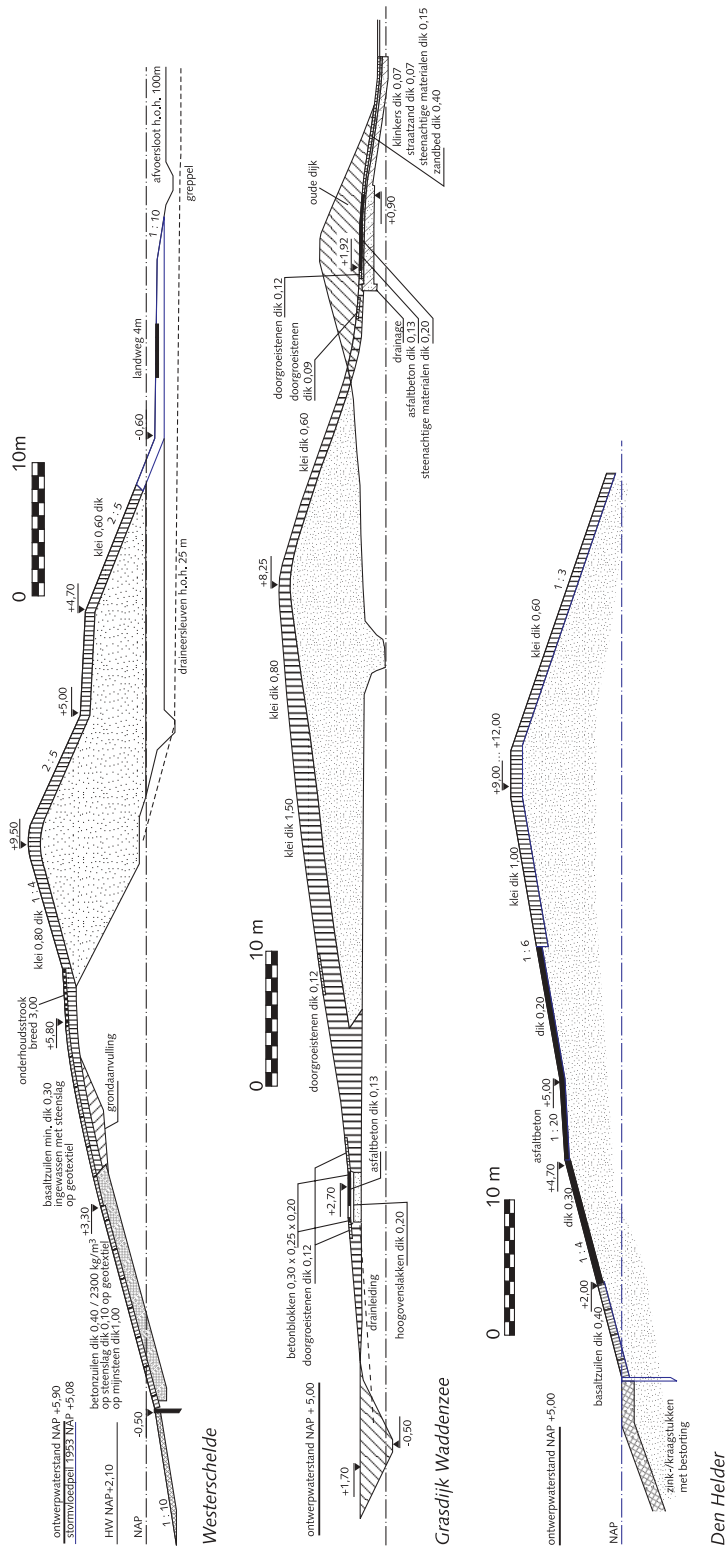
Aan de buitenzijde wordt even boven laagwater (bij meerdijken op het niveau van het laagste meerpeil) bij een laag voorland zonodig een plas- of kreukelberm gelegd, als overgang tussen de bestorting op een kraagstuk via een teenschot of damwand naar een steenbekleding. Bij een hogere beëindiging van de steenbestorting is deze berm niet nodig.

(-) *Ontsluiting*

Hoewel de hoogte en de breedte van de binnenberm uiteindelijk minimaal moet voldoen aan stabiliteitseisen van het gehele dijklichaam wordt in het schetsontwerp een binnenberm aangelegd met een aanbevolen hoogte van GHW + 1 m en met daarop een onderhouds- en inspectieweg met een minimale breedte van 3 m. Deze weg kan tevens dienen als vluchtweg of als aanvoeroute voor herstel na doorbraak. Ook aan de buitenzijde moet de dijk in langsrichting voor autoverkeer toegankelijk zijn ten behoeve van inspectie en onderhoud. Een dergelijke voorziening kan veelal in de harde bekleding worden meegenomen, maar bij zeer brede taluds is in relatie tot het bij onderhoud in te zetten materieel meer nodig.

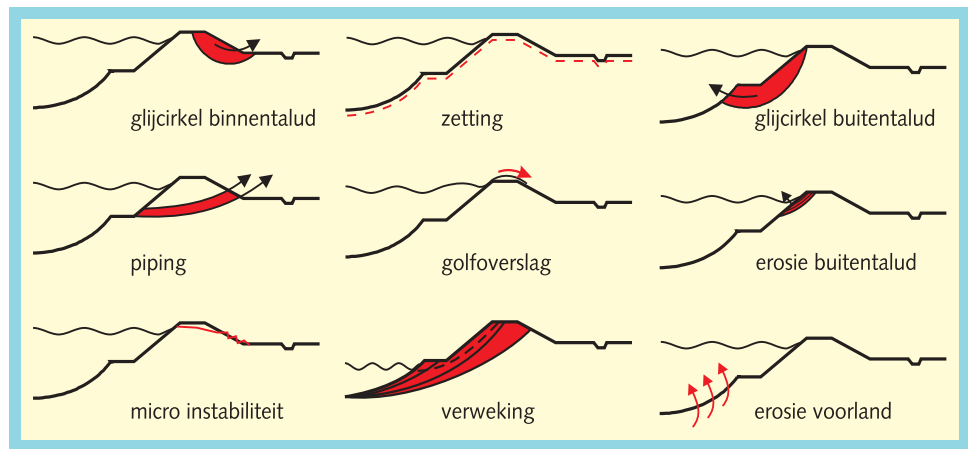
Figuur 5.2.3 toont voorbeelden van een nieuwe dijk met een grondprofiel.

Figuur 5.2.3
Voorbeelden
van dijken met
grondprofielen



(a3) Controle op faalmechanismen

De hoogte van de dijk is primair bepalend voor de grootte van het waterbezwaar door overslag. De hoogte wordt gewaarborgd door de kwaliteit van de dijk. De kwaliteit wordt bepaald door de verhouding van de sterkte met de maatgevende belastingen. Onvoldoende sterkte kan leiden tot het optreden van de volgende faalmechanismen (zie ook figuur 5.2.4):

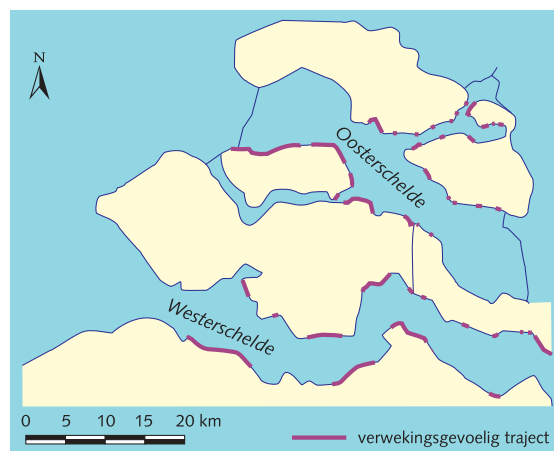


Figuur 5.2.4 Faalmechanismen

- *Verticale en horizontale vervorming, en bodemdaling:*
 - verticale vervormingen treden op als gevolg van zetting van de ondergrond en klink van het ophoogmateriaal;
 - horizontale vervormingen treden bij dikke en slappe klei- en veenpakketten op in, onder en naast de dijk, en kunnen leiden tot belasting van constructies in en nabij de waterkering zoals leidingen en funderingen van gebouwen;
 - bodemdaling treedt op bij wateronttrekking of winning van delfstoffen.
- *Onvoldoende macrostabiliteit, inclusief horizontale afschuiving van het totale dijklichaam:*
macrostabiliteit is de stabiliteit tegen afschuiven van een grondlichaam of grote delen ervan langs rechte of gebogen glijvlakken.
- *Stabiliteitsverlies door erosie van het buitentalud.*
- *Stabiliteitsverlies door erosie van het voorland.*
- *Onvoldoende microstabiliteit:* microstabiliteit betreft de stabiliteit van grondlagen van beperkte dikte aan het oppervlak van het binnentalud onder invloed van uitstromend grondwater. Micro-instabiliteit wordt

veroorzaakt door een hoge freatische lijn in de dijk.

- *Stabiliteit bij overslag*: door overslag kan water het binnentalud infiltreren. Hierdoor raakt de bovenste laag van het binnentalud doorweekt en kan deze afschuiven.
- *Erosie kruin en binnentalud bij overslag*: bij een hoog overslagdebiet kan er erosie van het binnentalud optreden door langs- of afstromend water. Infiltratie door overslag kan leiden tot afschuiven van het binnentalud.
- *Stabiliteitsverlies door zandmeevoerende wellen (piping)*: deze wellen zijn te beschrijven als een geconcentreerde uitstroming van grondwater aan de binnenzijde bij hoge buitenwaterstanden, waarbij de snelheid van het opwellende water zo groot is dat er gronddeeltjes worden meegevoerd en door terugschrijdende erosie in de grond stabiliteitsbedreigende holten en gangen ontstaan.
- *Stabiliteitsverlies door zettingsvloeiing op het voorland of door verweking van het dijklichaam*: zettingsvloeiing is een mechanisme waarbij een met water verzadigde massa zand zeer grote verplaatsingen ondergaat ('vloeit') als gevolg van verweking. Verweking van zand met een losse pakking is het gevolg van een schuifspanningstoename waarbij door een herschikking van het korrelskelet (waarvoor volumeverkleining) een zodanige verhoging van de water- en (lucht)spanning in de poriën ontstaat, dat de contactdruk tussen de korrels onderling belangrijk wordt verminderd en de zandmassa zich als een zware vloeistof gaat gedragen. Zettingsvloeiingsgevoelige lagen komen vooral voor langs de Ooster- en Westerschelde (zie figuur 5.2.5).



Figuur 5.2.5 Verwekingsgevoelige trajecten in de Delta

- *Stabiliteitsverlies van harde bekledingen, teenconstructies en binnendijkse oeverbescherming door golfkrachten, inwendige wateroverdrukken e.d.*
- *Aantasting van de dijkbekleding en de kruin door aanvaring, drijvende voorwerpen en ijs.*

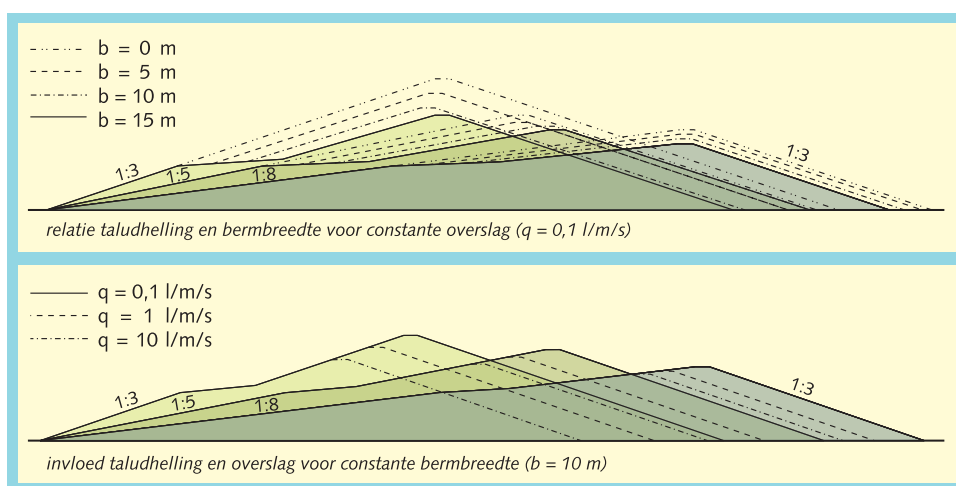
De methoden voor de controle op deze faalmechanismen in relatie met de dimensionering worden behandeld in het Basisrapport, de hoofdstukken B5 en B6.

(a4) *Optimalisatie van het dwarsprofiel.*

Voor optimalisatie van het dwarsprofiel van een grondconstructie (zowel in de belastingen als in de sterkte) beschikt de ontwerper over de volgende variabelen:

- *De golfoverslag (d).*

Reductie van de golfoverslag betekent een lagere kruinhoogte; dit is te bereiken door een flauwer buitentalud, een hoger voorland, een golfremmende constructie, een ruw buitenbeloop en/of een buitenberm op de juiste hoogte. Figuur 5.2.6 geeft een voorbeeld van de invloed van de helling van het buitentalud en van de aanwezigheid van een buitenberm, die ligt op het niveau van ongeveer MHW.



Figuur 5.2.6 Reductie kruinhoogte door flauwer buitentalud en buitenberm

- *De dimensionering van kruin en binnentalud.*

Door het toelaten van meer golfoverslag kan de kruinhoogte lager

worden aangehouden. De sterkte van kruin en binnentalud moeten dan wel worden vergroot door middel van het toepassen van een flauwere taludhelling en/of een zwaardere bekleding van het talud. Ook moeten maatregelen worden getroffen voor waterafvoer aan de binnenzijde.

De kruinbreedte is slechts tot op zekere hoogte in verband te brengen met het veiligheidsaspect. Dit verklaart wellicht waarom er regionaal, mede met het oog op overige functies en onderhoudsaspecten, een verschillende praktijk is gegroeid ten aanzien van de te kiezen kruinbreedte.

- *De keuze van de bekleding op het buitentalud, de kruin en het binnentalud (zie § 5.4).*

Aan de hand van architectonische en LNC-wensen (vorm, streekeigen materiaal, kleur, ...) zullen nog nadere invullingen plaatsvinden.

- *De keuze van de helling van het binnentalud, de hoogte en de breedte van de binnenberm.*

Met deze grootheden is onderling te variëren een en ander in samenhang van de variatie in de kruinhoogte.

Voorbeeld: Een optimalisatie in de golfoploop/-overslag door een flauwer buitentalud geeft lagere kruinhoogte, geeft meer ruimtebeslag maar de binnenberm hoeft minder breed te zijn en maakt een gedeelte van het extra ruimtebeslag weer goed, etc.

- *De situering van het dwarsprofiel (plaats in dwarsrichting).* Ook in deze stap kunnen plaatselijke aanpassingen in de situering een oplossing bieden.
- *Het toepassen van een grondverbetering indien sprake is van een slappe ondergrond.*

Hiermee kan bijvoorbeeld de kruinhoogte bij aanleg (in verband met overhoogte) worden gereduceerd en/of de afmetingen van een binnenberm worden gereduceerd.

- *Het toepassen van een grondverbetering voor of onder de dijk indien sprake is van een (te) doorlatende ondergrond.*

Hiermee kan bijvoorbeeld als piping aan de orde is binnendijs ruimtebeslag worden beperkt.

- *De plaats van de waterkering in dijklichaam en de drainage.*

Afhankelijk van diverse omstandigheden in de gegeven situatie en constructieve overwegingen zal eerst de keuze gemaakt moeten worden tussen:

- a) een dijk met de (zout)waterkering aan de buitenzijde en in de zool gecombineerd met een drainage van lekwater naar de binnenzijde, en

b) een dijk met een open buitenteen en mogelijk ook de zool en een (zout)waterkering aan de binnenzijde van het dijklichaam.

Aangezien er veelal geen risico is voor piping wordt normaliter langs de binnenberm een drainagesloot aangelegd, teneinde het dijklichaam in de dagelijkse omstandigheden droog te houden. Hiermee wordt bereikt, dat het dijklichaam zo droog mogelijk is op het moment dat een hoge waterstand gekeerd moet worden.

Bij dijken langs het IJsselmeer is het drainagestelsel, naast een sloot, een harde randvoorwaarde voor een goed ontwerp.

In het Basisrapport, hoofdstuk B4, is de optimalisatie verder uitgewerkt. Het op deze wijze gegenereerde dwarsprofiel voldoet nu qua hoogte, maar moet nog worden gecontroleerd op faalmechanismen.

5.3 Vormgeving dwarsprofiel vanuit de andere functies

■ Vanuit de overige functies gelden eisen en wensen met betrekking tot het behoud van bepaalde objecten op of nabij de dijk en tot de architectuur van de dijk: de kruinbreedte, de vormgeving van de taluds, de bekleding en de bermen. Voorzover zij bepalend zijn voor de hoofdlijnen van het ontwerp zijn zij reeds meegenomen bij het schetsontwerp in stap (a), § 5.2. In deze paragraaf wordt ingegaan op een verdere uitwerking. Een en ander zal, na het doorlopen van de vijf stappen uit § 4.5, in veel gevallen leiden tot lokale aanpassing van de vorm van het grondprofiel, van de situering daarvan en/of tot een bijzonder dwarsprofiel, zoals behandeld in § 5.7. Dit kan zelfs leiden tot een plaatselijk ander tracéverloop van de waterkering.

Het keuzeproces staat in figuur 5.1.1. Bij de verwerking van de functie-eisen wordt dezelfde aanpak gevolgd als in § 5.2: vanuit de eerste schets komt men via optimaliseren en controle op de faalmechanismen tot het bijzondere dwarsprofiel.

Hierbij wordt gebruik gemaakt van de hierna behandelde aandachtspunten vanuit:

- landschap, natuur en cultuurhistorie,
- landbouw,
- recreatie,
- industrie en wonen,
- waterhuishouding, en
- verkeer en vervoer.

In sommige gevallen wordt gebruik gemaakt van de paragrafen 5.6 (Objecten) en 5.7 (Bijzondere constructies).

Een aantal relevante aspecten en beoordelingscriteria voor deze functies zijn al inleidend beschreven in de paragrafen 2.3 en 2.4. Het hiernavolgende dient ter aanvulling en concretisering.

■ *Landschap, natuur en cultuurhistorie*

De dijk vormt een harde scheiding tussen enerzijds het agrarische, gecultiveerde polderlandschap en anderzijds de uitgestrektheid, natuurlijkheid en dynamiek van het meer, de zee, de zeearm of het wad.

Voor een behandeling van de vormgeving van een dijk vanuit landschap, natuur en cultuurhistorie wordt verwezen naar de *grondslagen*. Aanvullende informatie is te vinden in de nota Natuurvriendelijke waterkeringen langs de Westerschelde en de Oosterschelde [18].

Enkele aandachtspunten zijn:

- Probeer verlies van natuurgebied door de aanleg of verbetering van een waterkering te compenseren met de gelijktijdige aanleg van nieuwe stukjes natuurgebied. Bij een waterkering in of langs de Ecologische Hoofdstructuur is het compensatiebeginsel van kracht (bijlage III).
- Pas daar waar het mogelijk is een grasmat toe als bekleding (Basisrapport, hoofdstuk B6). Eventuele overige beplanting op kruin en binnentalud vereist het aanbrengen van een overhoogte (§ 5.6.4).
- Op het buitentalud van zeedijken ontstaan op de harde bekleding en de teenconstructies begroeiingszones als functie van het type bekleding, de taludhelling, het type substraat, de stroomsterkte, de getijamplitude en de hoogteligging in de getijzone. De dijktoin op Neeltje Jans laat voorbeelden zien. Ruwe oppervlakken bieden meer gelegenheid tot aanhechting dan gladde. Gladde bekledingen zijn, vooral bij de waterlijn, moeilijk beloopbaar, ook voor dieren. Los gestapelde steenhellingen bevatten allerlei holtes waar dieren in weg kunnen kruipen. De toepassing van dijkbeschermingsmaterialen, die stoffen bevatten die toxisch kunnen werken als ze door erop groeiende organismen worden opgenomen, moet worden vermeden (zoals bijvoorbeeld de vroeger veel toegepaste lood- en koperslakblokken en ook bij ertsslakken en een aantal asfaltproducten; zie Handboek voor Natuurvriendelijke Oevers [19]). Door hiermee rekening te houden bij

het ontwerp van een waterkering kan het natuur- en landschapsaspect worden bevorderd. De levensgemeenschappen op harde substraten zijn echter niet alleen vanuit natuurwetenschappelijk en esthetisch oogpunt de moeite van het bestuderen waard. Verschillende soorten zijn te beschouwen als indicatoren voor de waterkwaliteit, en als zodanig belangrijk in het integrale waterbeheer.

Bij vervanging van bekleding kan schade ontstaan aan natuurwaarden. Een gedeeltelijke compensatie is dan mogelijk door het aanbrengen van een kreukelberm met behulp van steenafval met blokken en/of brokken met een diameter groter dan ongeveer 0,2 m. Het is mogelijk door een speciale vormgeving van de kreukelberm (verhoogde rand) water achter te houden.

Wat betreft de begroeiingsmogelijkheden en ontwikkelingsmogelijkheden voor levensgemeenschappen van materialen kan ruwweg worden gezegd:

- betonblokken scoren goed;
- basalt scoort redelijk tot goed, afhankelijk van de expositie; basalt ingegoten met asfalt scoort slecht;
- basalt in speciale uitvoering scoort goed;
- open steenasfalt scoort in een aantal gevallen goed;
- 100% bedekking met asfaltbeton biedt nauwelijks ontwikkelingsmogelijkheden voor soortenrijke levensgemeenschappen.
- De verschillende bekledingen van oude dijkvakken vormen een afspiegeling van de inzichten en waterbouwkundige (on-)mogelijkheden ten aanzien van de dijkbouw en het onderhoud in een bepaalde periode. Bepaalde materialen worden niet meer toegepast. In die zin hebben oude bekledingen een 'waterstaatkundig-historische' waarde. Het in stand houden van dergelijke dijkvakken of het hergebruik van streekeigen materialen of kleuren (bijvoorbeeld Vilvoordse en Lessinese steen op plaatsen met geringe golfaanval) heeft dan drie voordelen:
 - (H)erkennen van cultuurhistorische elementen.
 - Dijkvakken met een zekere historische waarde worden geconserveerd.
 - Bepaalde substraattypen blijven bestaan, waardoor de bestaansmogelijkheid van bepaalde levensgemeenschappen aanwezig blijft.
- Ook de dijk als geheel is een afspiegeling van het verleden. Op verschillende plaatsen maken elementen als opdijken, haventjes, restanten van dijkvallen en nollen iets van het verleden zichtbaar. Dit houdt in dat er naar gestreefd moet worden bestaande elementen zoveel mogelijk in stand te houden.

- Het is mogelijk en soms gewenst op bepaalde lokaties een dijk te verpakken als duin. Hierbij wordt de dijk 'normaal' uitgevoerd en moet, in verband met het dynamische karakter van duinen, de verpakking in zand grotendeels aan de natuur worden overgelaten. Wel kan de natuur een handje worden geholpen door ondergestoven delen min of meer vast te leggen door helmbepanting.
- De diversiteit in het dijkontwerp kan worden versterkt door 'spelen met' taludhellingen en kruinhoogte. Let daarbij wel op de samenhang in het totaalbeeld van de dijk en met zijn omgeving. Ook bij het ontwerpen van het lengtetracé van de dijk moet terdege worden gelet op de esthetische regels zoals die in de wegenbouw worden toegepast, boogstralen, overgangen naar rechtstanden, geen korte rechtstanden tussen gelijkgerichte bogen, en het volgen van rooilijnen van nabij gelegen bebouwing. Ook met een overdachte keuze van de tonronde en met een zorgvuldige keuze van het dijkmeubilair als afrasteringen (materiaal, aantal en afstand schroten), taludtrappen, en kleuren van de toegepaste materialen kan veel worden verzacht of zelfs worden toegevoegd.

■ *Landbouw*

Landbouw is als factor in het dijkontwerp bijna uitsluitend aanwezig in de vorm van 'verlies aan landbouwgrond'; soms speelt boerderijverplaatsing. De bereikbaarheid van landbouwpercelen valt onder de functie verkeer, de grondwaterproblematiek onder de functie waterhuishouding. De beweiding van grasbekte taluds kan onder landbouw worden gerekend wanneer het gaat om de beslissing om al dan niet over te gaan op een beheerswijze van de grasmak, die voor de landbouweconomie geen waarde heeft.

Aspecten met betrekking tot het agrarisch beheer van de grasmak als een waterbouwkundige taludverdediging zijn behandeld in het Basisrapport, hoofdstuk B6.

■ *Recreatie*

Wensen vanuit de functie recreatie kunnen leiden tot het willen aanbrengen van recreatieve voorzieningen (parkeerplaatsen, kunstvoorwerpen, uitzichtpunten, picknickplaatsen, bijzondere bepanting, gebruik van inspectiepaden als fietspad, ...). Dit introduceert een extra element in de vormgeving boven die van § 5.2. Zie voor 'meubilair en afraste-

ringen' § 5.6.2.

Dijkvakken met een recreatieve functie stellen speciale eisen aan de bekleding. Er moet rekening worden gehouden met oneigenlijk gebruik van het dijkprofiel, zoals het stoken van kampvuren en pogingen om bekledingen te slopen, inclusief het weggraven van onderlagen.

Bij een opgespoten of natuurlijk zandstrand voor een dijk met grasbekleding bestaat gevaar voor verstikking van de grasmat door ondersteuning met zand. Op die plaatsen dus geen gras toepassen.

Een en ander leidt tot extra aansluitingen en overgangen, en daarmee tot potentieel zwakke punten in het dijkontwerp. Dit vereist bijzondere aandacht, ook bij het dagelijks beheer.

■ *Industrie en wonen*

Aanwezigheid van bebouwing buitendijks leidt tot wensen met betrekking tot de kruising van kabels en leidingen met de waterkering; dit aspect wordt behandeld in § 5.6.3.

Windmolenparken worden soms in de nabijheid van, of zelfs op een waterkering geprojecteerd; in § 5.6.5 worden de technische consequenties hiervan behandeld.

Aanwezige bebouwing, die gehandhaafd blijft, stelt eisen aan het ontwerp en de wijze van uitvoering van de werken. Er zijn maatregelen nodig ten aanzien van de bereikbaarheid van de bebouwing en van de nutsvoorzieningen. In het Technisch Rapport Waterkerende Grondconstructies [12] is aangegeven hoe in dit geval de kans op schade door zettingen is te bepalen, en hoe door constructieve maatregelen de schade kan worden beperkt.

Er staan enkele regels voor nieuwbouw in § 5.6.3.

■ *Waterhuishouding*

Water door overslag en/of kwel moet kunnen worden afgevoerd. Let bij de dimensionering van de afvoersloten op het opbarstgevaar (zie Basisrapport, hoofdstuk B5).

Bij zeedijken is zoute kwel, afhankelijk van het streefbeeld met betrekking tot het landgebruik achter de dijk, schadelijk of juist positief voor gewassen en/of natuur.

In het eerste geval kan het plaatsen van kwelschermen en/of het doorspoelen van de watergangen worden overwogen.

In het tweede geval (bijvoorbeeld ten behoeve van het kweken van

zoutminnende groenten of het instandhouden van een zoutminnend natuurgebied) zijn maatregelen mogelijk via drainagestelsels, die aangestuurd worden door de getijdewerking, om de zoute kwel te activeren.

■ *Verkeer en vervoer*

Daar, waar de dijkkrui of de binnenberm een verkeersfunctie heeft, zijn opritten nodig. De dimensionering hiervan is een wegbouwkundige zaak, waarvoor inbreng van specialisten uit dat werkveld nodig is.

Bij dijkkruisingen zijn opritten over de kruin door hun grote hoogte vaak een groot bezwaar. Waar gebouwen dicht langs de dijk staan ontbreekt er soms ook de ruimte voor. In die uiterste gevallen kan worden overwogen in de dijk een coupure te maken.

De invloed van een weg op het waterkerend vermogen van een dijk betreft enerzijds de belasting door verkeer, anderzijds mogelijke erosie bij de aansluiting van het wegdek op de bermen en kwel door de fundatie van de weg. Deze aspecten zijn behandeld in de Handreiking Constructief Ontwerpen [6].

Aspecten met betrekking tot onderhoudswegen en -opritten zijn behandeld in § 5.8.

5.4 Bekledingen

5.4.1 Inleiding

■ Een dijklichaam, dat na het doorlopen van het schema in figuur 5.1.1 zijn ontwerpvorm heeft gekregen, en opgebouwd gaat worden uit niet-golfbestendige materialen (grond), moet in de meeste gevallen worden beschermd tegen erosie. Dit gebeurt door het aanbrengen van bekledingen.

De bekledingen kunnen op diverse wijzen een bijdrage leveren aan de verschillende functies van een dijklichaam:

- als noodzakelijke bescherming van het onder/achterliggende grondlichaam en/of reductie van de golfoverslag;
- ten behoeve van het beperken van onderhoud;
- het leveren van een bijdrage aan de waterdichtheid van de kering.
- esthetisch/natuurlijk en gericht op de gebruiksfuncties;

Vaak is een combinatie van deze bijdragen aanwezig.

■ Er kan uit een veelheid van bekledingstypen worden gekozen. De hierbij te volgen aanpak sluit aan bij de in hoofdstuk 4 gepresenteerde wijze van werken en wordt toegelicht in § 5.4.2.

■ Een overgang tussen twee typen bekleding en een beëindiging van een bekleding vragen speciale aandacht. Deze overgangsconstructies worden behandeld in § 5.4.3.

5.4.2 Keuzemethodiek bekledingen

■ Waar welke materialen voor de bekleding het beste kunnen worden toegepast is afhankelijk van:

- de civieltechnische eigenschappen,
- het kostenaspect,
- de effecten op de kwaliteit van het leefmilieu gedurende de levenscyclus,
- de effecten op de toegekende gebruiksfuncties op en in de nabijheid van de dijk en
- de uitgangssituatie, met eventueel hergebruik van materialen.

Het keuzeproces kent de volgende stappen:

- (1) Het maken van een *voorselectie* van mogelijke oplossingen op basis van de beschikbaarheid, de toepasbaarheid van de materialen, een globale schatting van de effectiviteit en de effecten, en een vergelijking van de gekapitaliseerde kosten van aanleg, onderhoud en periodieke vervanging.
- (2) Een onderzoek naar de *effecten* van de verschillende in de voorselectie verkozen alternatieven.
- (3) De *evaluatie* van de alternatieven, uitmondend in het maken van de definitieve keuze.

ad (1) Voorselectie

Bij de voorselectie kan een keuze worden gemaakt uit de volgende clusters van dijkbekledingsmaterialen voor de bovenlaag:

- gras
- losgestorte materialen
- verpakte bekledingen
- gezette bekledingen en blokkenmatten

-
- plaatbekledingen
 - asfaltbekledingen
 - overige bekledingen en materialen

De toepasbaarheid is afhankelijk van:

- het type dijk of dam,
- de plaats in het dwarsprofiel (beneden of in de dagelijkse getijzone, in de golfklapzone, in de golfoploopzone, op de kruin, binnentalud), en
- het type en de grootte van de belastingen.

In het Basisrapport, hoofdstuk B6, is een verdere onderverdeling gegeven van de bekledingsmaterialen. Tevens is aangegeven welke materialen waar toepasbaar zijn en welke filter- en onderlagen nodig zijn.

Aandachtspunten zijn:

- *Constructief gezien moet de bekleding:*
 - bestand zijn tegen de belastingen;
 - uitspoeling van onderliggende gronddeeltjes voorkomen;
 - bestand zijn tegen invloeden van weer en wind, en tegen erosie door overspoelend materiaal;
 - vormveranderingen van de ondergrond (talud) kunnen volgen;
 - stabiel zijn tegen afschuiven (geldt voor het geheel van bekleding en ondergrond).
- *Met het oog op de uitvoering letten op:*
 - de bereikbaarheid en begaanbaarheid ten aanzien van het in te zetten materieel;
 - de plaats van verwerking, bijvoorbeeld steilheid van taluds, in/onder/boven de getijzone;
 - de wijze van verwerking, machinaal of met de hand;
 - rekening houden met de bouwfase, bijvoorbeeld zwaarder filtermateriaal als tijdelijke bovenlaag;
 - de overgang tussen verschillende typen bekleding moet snel, doelmatig en betrouwbaar kunnen worden uitgevoerd.
- *Met betrekking tot inspectie en onderhoud letten op:*
 - bereikbaarheid;
 - tijdige waarneembaarheid van gebreken;
 - repareerbaarheid: snel en eenvoudig, en bij voorkeur volgens de oorspronkelijke constructie en met dezelfde materialen.
- *Rekening houden met de kwaliteit van het leefmilieu en de gebruiksfuncties:*
 - beperking van schadelijke stoffen;

-
- bevordering van hergebruik van materialen;
 - landschapsschoon;
 - handhaven/ontwikkelen van flora en fauna;
 - eventueel inpassen van recreatie.
 - Met het oog op de kosten letten op de levensduur en de uitvoeringsproblemen bij vervangen, waarbij in het bijzonder gelet moet worden op eventuele milieuproblematiek verbonden aan het als afval verwerken van het afkomende materiaal.

ad (2) Onderzoek naar de effecten

Alle alternatieven moeten voldoen aan het programma van eisen en de daaruit afgeleide randvoorwaarden en uitgangspunten.

Om de alternatieven te kunnen vergelijken is een overzicht nodig van de effecten op de kwaliteit van het leefmilieu en de gebruiksfuncties op en in de nabijheid van de dijk. Om dit overzicht te kunnen maken zijn beoordelingsaspecten en beoordelingscriteria nodig.

Voorwaarde is dat alle constructies, die beoordeeld worden, zodanig gedimensioneerd zijn, dat ze voldoen aan de sterkte-eis.

In hoofdstuk B6 van het Basisrapport zijn dimensioneringsregels en/of verwijzingen naar literatuur voor dimensioneringsregels gegeven.

Daar wordt ook verwezen naar de literatuur met betrekking tot het opstellen van het effectenoverzicht.

ad (3) Evaluatie en keuze

Bij de *evaluatie* worden de geselecteerde oplossingen afgewogen.

Hierbij kan de methode worden gevolgd uit de Afwegingsmethodiek renovatie-alternatieven blokkenbekledingen Zeeland [15].

Deze methodiek volgt in hoofdlijnen de methode uit hoofdstuk 5.

5.4.3 Overgangsconstructies

■ Een overgangsconstructie sluit verschillende typen taludbekledingen, inclusief onderlagen, op elkaar aan.

Overgangsconstructies komen zowel evenwijdig aan de lengte-as van een dijk voor als haaks daarop en vormen vaak de voor schade meest gevoelige plekken in een bekleding.

Het aantal en de lengte van de overgangsconstructies moet daarom zoveel mogelijk worden beperkt.

■ *Redenen voor overgangsconstructies*

In het dwarsprofiel van een waterkering kunnen vaak verschillende belastingzones worden onderscheiden, zoals de zone beneden laagwater, de getijzone, de zone boven het ontwerppeil, enz. Elke zone heeft zijn eigen combinatie van specifieke hydraulische belastingen, die elk hun eigen eisen aan de bekledingsconstructie stellen.

Ook in langsrichting komen variaties in belastingen voor door onder andere de verschillende ligging ten opzichte van de golfaanval, bochten, medegebruik en voorland.

Een en ander kan zowel in langs- als in dwarsrichting leiden tot verschillende constructietypen, die op elkaar moeten aansluiten door middel van overgangsconstructies.

Daarnaast kunnen er nog een aantal andere redenen zijn waardoor overgangsconstructies zijn toegepast:

- bij uitbreiding van een bestaande taludbekleding waarbij een andere constructie is toegepast:
 - a. tot een lager niveau, bijvoorbeeld vanwege een verlaging van het voorland of de vooroever;
 - b. tot een hoger niveau, bijvoorbeeld door een verhoging van het ontwerppeil (zeespiegelstijging);
 - c. in lengterichting;
- vanwege uitvoeringstechnische redenen, waardoor in verschillende zones een verschillende onderlaag is toegepast;
- een constructie, die het meest geschikt wordt geacht voor rechte stukken, hoeft niet altijd te voldoen bij sterke krommingen;
- bij reparatie met een ander materiaal;
- bij een aanpassing tengevolge van toegevoegd medegebruik.

■ *Typen*

Gezien vanuit de functie van een overgangsconstructie kunnen vier typen worden onderscheiden:

1. Koppeling tussen verschillende bekledingsmaterialen en/of onderlagen. Dit kunnen zowel horizontale- als verticale overgangsconstructies zijn.
2. Aansluiting taludbekleding op voorland: teenconstructies. Deze begrenzen de onderzijde van de taludbekleding; ze zorgen voor de opsluiting van de taludbekleding aan de onderzijde en vormen tevens de overgang van de taludbekleding naar het voorland en/of de kreukelberm, bestaande uit bijvoorbeeld een geotextiel met een steen-

bestorting of bij een hoog boven de tijzone gelegen (begroeid) voorland uit grasbetontegels.

3. Aansluiting van de taludbekleding op kunstwerken, bouwwerken en begroeiing.

Dijkvakken worden soms onderbroken door wanden van bebouwing, sluizen, kokers van schuifconstructies of inspectieschachten, fundaties van lichtopstanden, aanleginrichtingen van schepen enz. Ook rondom bomen zijn vaak speciale voorzieningen gewenst.

4. Aansluiting wegverharding op kruin en berm.

De aansluiting van een wegdek aan de dijkbekleding is sterk erosiegevoelig, met name als dit een grasmat is. Als de wegfundering onder MHW ligt moeten voorzieningen zijn getroffen zodat er geen kwel door deze lagen kan optreden. In het algemeen moet worden voorkomen dat water via de weg in de dijk loopt.

Overgangen tussen bekledingen kunnen, evenals de 'normale' bekledingsconstructies, 'open' of 'dicht' zijn. Bij het open type is het mogelijk dat water van buitenaf door de overgangsconstructie binnen kan dringen en andersom uit kan treden. Het dichte type maakt dit niet mogelijk en brengt tevens een scheiding aan tussen de onderlagen van de aansluitende bekledingen.

Om de koppeling tussen twee bekledingsconstructies mogelijk te maken bestaan overgangsconstructies dikwijls uit een combinatie van onderdelen, zoals betonbanden, teenschot, geotextiel, voegvullingen enz. Het is van belang om de toe te passen materialen niet strijdig te laten zijn met het functioneren van de aansluitende constructies.

Zie voor een verdere behandeling van dit type constructies het Basisrapport, hoofdstuk B6.

5.5 Aansluitingsconstructies

■ Een aansluitingsconstructie dient om waterkeringen van een verschillend type op elkaar aan te laten aansluiten. Het betreft hier de aansluiting van de dijk als geheel met een kunstwerk, een duin of hoge gronden.

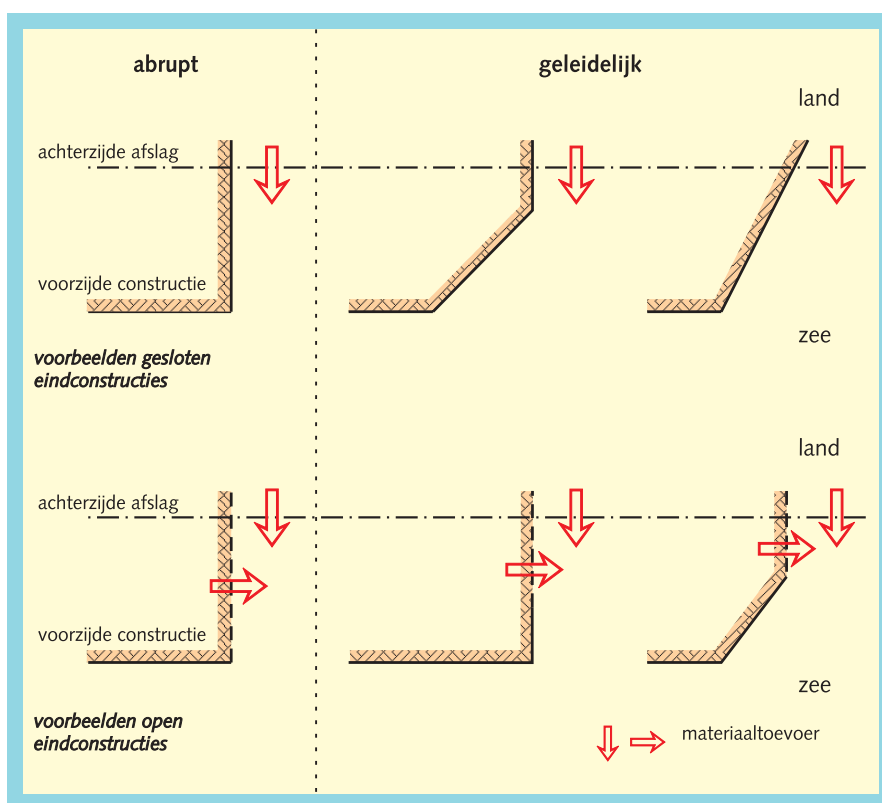
■ Door de afwijkende vorm van de aansluitingen kunnen door

turbulentie en opsluiting en/of reflectie van golfenergie lokaal grotere hydraulische belastingen optreden. Deze verhoogde belasting moet door de beheerder zelf op grond van zijn lokale ervaring, eventueel met specialistische ondersteuning, worden bepaald.

■ Aansluiting dijk op duin

Bij de aansluiting van een dijk op een duin gaat het om de overgang van een zachte waterkering (duin) naar een harde waterkering (dijk). De aanduiding 'hard' is hierbij feitelijk slechts in relatieve zin bedoeld en kan dan ook worden opgevat als 'relatief hard'. In deze ruimere betekenis valt overigens ook de aansluiting van een onverdedigd duin op een duinvoetverdediging onder aansluitingsconstructies. Ten aanzien van de morfologische effecten tijdens duinafslag zijn te onderscheiden (zie figuur 5.5.1):

- I. een abrupte beëindiging;
- II. een geleidelijke overgang.



Figuur 5.5.1 Type beëindiging dijk in duin

Vanuit het oogpunt van waterkering is een belangrijk onderscheid:

1. een gesloten beëindiging, waarbij de constructie reikt tot de achterkant van de afslagzone;
2. een open beëindiging, waarbij de constructie bij maatgevende afslag wordt achterspoeld.

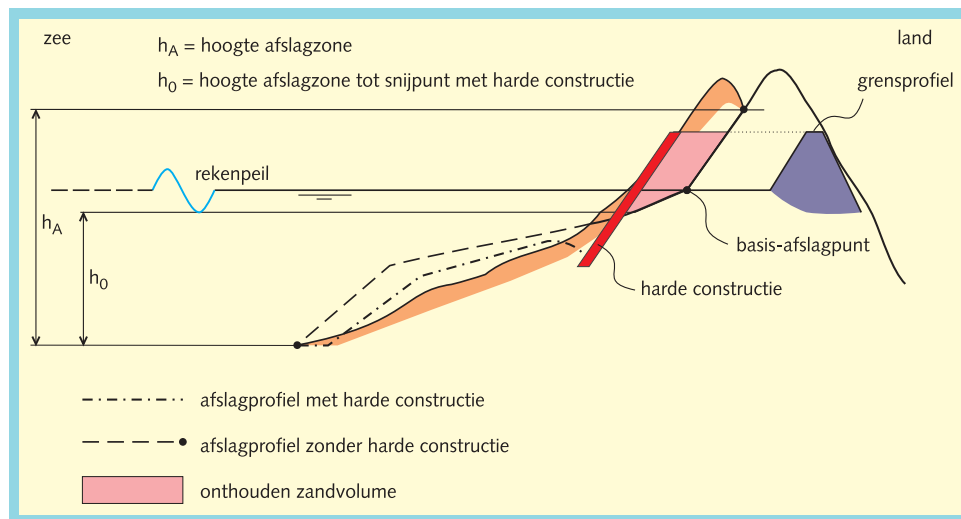
Het te kiezen type overgang wordt mede bepaald door de aanwezige duinsterkte ter plaatse van de aansluiting. Bij een marginaal duin is er geen ruimte genoeg om een gesloten eindconstructie aan te leggen zonder dwars door het duin te graven. Bij een algehele dijk- annex duinverzwaring is dat geen overwegend bezwaar. De ingreep in de totale waterkering is dan zo omvangrijk dat de doorgraving daarin zowel technisch als financieel van ondergeschikt belang is. Indien uitsluitend de overgang moet worden gemaakt dan moet doorgraving van het duin bij voorkeur worden vermeden en valt de keuze op een open beëindiging, mede vanwege de veel lagere kosten.

Bij de ontwerpmethodes voor de aansluitingsconstructie geldt het morfologische gedrag (de vorming van een zogenaamd afslagprofiel door afslag en afzetten van zand, zie figuur 5.5.2) van het onbeschermde duin tijdens de maatgevende storm als referentie. De mate van hardheid van de waterkering c.q. aansluitconstructie komt tot uitdrukking in de mate waarin de ongestoorde vervorming van het dwarsprofiel wordt belemmerd door de aanwezigheid van het hardere element. Deze beïnvloeding is maximaal bij een dijk-achtige constructie; bij een lage duinvoetverdediging of een verborgen kering is deze beïnvloeding geringer.

In figuur 5.5.2 wordt de werking van een harde constructie in het afslagprofiel geïllustreerd. Door de harde constructie wordt aan de zandbalans een volume zand onthouden. De natuur compenseert dit door zijdelingse uitwisseling van zand door in hetzelfde profiel en/of ernaast extra materiaal af te laten slaan, waarmee het 'grensprofiel' eerder in gevaar komt. Zie voor de definitie van dit grensprofiel en de wijze van bepalen ervan de Leidraad Zandige Kust [8].

Bij de vaststelling van het onthouden volume is natuurlijk ook de stabiliteit van de belemmerende constructie van belang.

De overgang van een duin naar een dijk moet zodanig zijn uitgevoerd



Figuur 5.5.2 Onthouden zandvolume bij een harde constructie

dat deze bij de maatgevende stormvloed niet kan bezwijken. De aansluitingsconstructie moet in verband hiermee voldoende weerstand kunnen bieden tegen golfoverslag en omspoelingen.

Ter plaatse van de aansluiting aan het duin moet in het duin minimaal het grensprofiel aanwezig zijn.

Verdere informatie over de vormgeving van een aansluitingsconstructie tussen dijk en duin staat in het Basisrapport, hoofdstuk B7.

■ Aansluiting dijk op kunstwerk

Aangezien de wanden van kunstwerken bijna altijd vrij strak (glad) zijn zal bij hoge waterstanden er bijna zeker gevaar voor kwel (onder- en achterloopsheid) langs het kunstwerk aanwezig zijn. Ter voorkoming hiervan zullen zowel onder als naast het kunstwerk kwelschermen moeten worden aangebracht. Deze schermen moeten voldoende diep en breed zijn om lek en/of piping te voorkomen. Zie ook de Leidraad Waterkerende kunstwerken en bijzondere constructies [4] en het Technisch Rapport Zandmeevoerende wellen [11].

De bovenkant van het kwelscherm moet minimaal op het niveau van MHW + 0,5 m liggen.

Door de aanwezigheid van verticale wanden treedt op bepaalde punten versterkte golfaanval op. Dit vereist speciale aandacht bij het dimensioneren van de overgangsconstructies (zie § 5.3) waarmee de taludbekledingen op het kunstwerk worden aangesloten.

5.6 Kunstwerken, constructies en objecten

5.6.1 Algemeen

Onlosmakelijk met de dijk als belangrijk infrastructureel element is daaraan de noodzaak verbonden tot het aanbrengen van voorzieningen, die ten doel hebben dat de waterkering geïntegreerd kan functioneren in de inrichting van het land. In de eerste plaats zal moeten worden voorzien in het kruisen van diverse andere infrastructurele elementen met de waterkering, variërend van sluizen voor de waterhuishouding tot kabels. Daarnaast is de waterkering ook steeds drager van andere functies (zie hoofdstuk 2), die kunnen noodzaken tot het aanbrengen van constructies. Constructies, die al dan niet tezamen met het grondlichaam van de dijk moeten voorzien in het waterkerend vermogen dan wel dat vermogen kunnen beïnvloeden.

In *grondslagen* staan de hoofdlijnen van de problematiek, die aan deze voorzieningen is verbonden. Daarin staan in algemene bewoordingen het nut en het afwegingsproces tussen nut en bezwaar. Ook worden een aantal aandachtspunten in de sfeer van faalmechanismen, mogelijke oplossingen in het ontwerp en de consequenties voor het dagelijkse beheer behandeld.

In de Leidraad Waterkerende kunstwerken en bijzondere constructies [4] is dit nader uitgewerkt en zijn de voorzieningen gesystematiseerd in de nauwkeurig gedefinieerde typen:

- a. Waterkerende kunstwerken.
- b. Bijzondere waterkerende constructies.
- c. Niet-waterkerende objecten.

In een aantal gevallen is hierbij doorverwezen naar de Leidraad Toetsen op Veiligheid [3] en de Handreiking Constructief Ontwerpen [6]. Bedacht moet worden dat deze geschriften zijn geschreven vanuit andere invalshoeken dan het realiseren en instandhouden van zee- en meerdijken, zodat bij toepassing in een aantal gevallen gewerkt zal moeten worden

‘in de geest van’.

In dit hoofdstuk wordt volstaan met het geven van enkele aanvullingen met betrekking tot de niet-waterkerende objecten. :

- meubilair en afrasteringen (§ 5.6.2),
- bebouwing (§ 5.6.3),
- beplanting en begroeiing (§ 5.6.4), en
- windmolens (§ 5.6.5).

Het beleid ten aanzien van omgaan met (beheersbaar houden van) de niet-waterkerende objecten binnen het keurgebied wordt door de waterkeringbeheerder vastgelegd en kenbaar gemaakt in zijn beheerplan met de bijbehorende beleidsnota's (zie hoofdstuk 4).

5.6.2 Meubilair en afrasteringen

Deze objecten zijn in de Handreiking Constructief Ontwerpen [6] niet expliciet aan de orde gesteld. Meubilair en afrasteringen in de golf-oploopzone en op de plaats waar golven breken, kunnen vaak aanleiding geven tot extra turbulentie. Er moeten adequate maatregelen worden getroffen om de gevolgen hiervan op te vangen. Ter plaatse van palen dient de taludbescherming dan ook beter te zijn uitgevoerd dan volgens de rekenregels voor ‘gladde’ taluds nodig zou zijn. Met name bij kleibekledingen is dit een punt van zorg. Over het algemeen is een doorgaande kleibekleding goed bestand tegen golfacties. Echter, ter plaatse van palen en dergelijke ontstaan turbulenties die de erosie sterk bevorderen. Het is niet toelaatbaar om palen en meubilair zodanig te plaatsen dat zij de aanwezige bekleding (inclusief bijvoorbeeld een kleilaag) doorboren. Het gebruik van doorgroeistenen rondom zo'n ‘meubelstuk’ is veelal aan te bevelen, evenals het aanbrengen van een geotextiel onder de kleilaag.

Bij kruiend ijs bestaat kans op gevolgschade door het wegschuiven van meubilair en afrasteringen op buitentalud en kruin.

5.6.3 Bebouwing

Waterkeringen moeten, zoals alle infrastructurele werken, ruimtelijk ingepast worden in de bebouwde leefomgeving. Bebouwing mag niet leiden tot toekomstige blokkades voor de waterkering (zie § 4.4).

Bebouwing binnen de stabiliteitszones van een waterkering verstoort het 'grondprofiel' (de gevoeligheid voor opbarsten kan bijvoorbeeld toenemen); door deze potentiële zwakke plekken vereist het voldoen aan de veiligheidsnorm meer inspanning.

Voor het omgaan met bebouwing geldt het volgende:

- Waar thans geen bebouwing op of langs de dijk (binnen de invloedszone) aanwezig is, zou die dan ook niet moeten worden toegestaan. De invloedszone omvat de dijk zelf en de gronden ter weerszijden, die de stabiliteit van het dijklichaam waarborgen.
- Waar wel bebouwing is binnen de invloedszone moet bij voorkeur ruimte worden geschapen. Dit kan bijvoorbeeld door bij grote verbouwingen, die nagenoeg neerkomen op nieuwbouw, of bij vernieuwing van panden de eis te stellen dat buiten de invloedszone wordt gebouwd.
- Het effect van blijvende bebouwing op het waterkerend vermogen van de kering moet worden beoordeeld met behulp van de Leidraad Toetsen op Veiligheid. Bij een score 'onvoldoende' moeten verbeteringsmaatregelen worden getroffen.

Bebouwing binnen de invloedszone vraagt intensieve aandacht van het beheer, zowel bij het formuleren van de vergunningsvoorwaarden als bij de controle op het naleven daarvan.

5.6.4 Begroeiing

De aanwezigheid van bomen en struiken op of binnen de invloedszone van een dijk is van invloed op de sterkte van de waterkering:

- Bij zee- en meerdijken valt het optreden van extreem hoog water in de regel samen met zware windbelasting. Het meest voor de hand liggende faalmechanisme bij bomen is ontwortelen (windworp). Daarbij ontstaat een groot gat in de dijk, waarna snelle erosie tot bresvorming kan leiden. De boom wordt geacht bij ontworteling een gat te slaan met een diameter van maximaal circa 4 m en een diepte van circa 1 m. Bomen op een dijk staan op meestentijds droge bodem en hebben daarom een diepgaand wortelstelsel. Zeker bij verschalingsbeheer en op zandige ondergrond wordt een uitgebreid wortelstelsel gevormd hetgeen bijdraagt aan de verankering. Onder deze omstandigheden zal een boom meestal eerder afbreken dan omwaaien. Verder is gebleken dat windworp vrijwel alleen plaats-

vindt bij een vrij grote verhouding hoogte-stamdiameter (groter dan circa 60). Vrijstaande bomen en laanbomen hebben vrijwel altijd een kleinere hoogte-stamdiameter verhouding. Bomen, die zijn opgegroeid op dijken (en niet later als grote boom zijn geplant) zijn aangepast aan de standplaats. Bomen in voor- en achterland wortelen minder diep in verband met hogere grondwaterpeilen en zullen eerder ontwortelen.

- Bij zeer zware windbelasting kunnen, voordat een boom ontwortelt of afbreekt, kleine en grote takken afbreken. Dit bemoeilijkt de inspectie van de dijk.
- De windbelasting op bomen kan van invloed zijn op de grondmechanische stabiliteit. De invloed van een boom als onderdeel van de stabiliteitsberekening staat in de Handreiking Constructief Ontwerpen [6].
- Onder bomen en struiken is het minder licht. Dit kan het ontstaan van een goede grasmat verhinderen. De boomwortels geven echter een aanvullende bescherming tegen erosie, zeker onder de kruin. In het overgangsgebied naar een grasmat is de gezamenlijke erosiebestendigheid van grasmat en boomwortels te beoordelen met de methode uit de Leidraad Toetsen op Veiligheid (katern 8.4). In principe kan daarmee ook de invloed van een struweel op de erosiebestendigheid worden beoordeeld.
- Afgestorven wortels kunnen als aanzet tot gangen in de waterkering ook een aanleiding zijn voor falen van de kering. Het voorkomen hiervan is een punt van het dagelijks beheer.

Om bovengenoemde redenen moet het nieuw planten van bomen en struiken op, en binnen de invloedszone van, de primaire waterkeringen niet worden toegestaan, tenzij dit noodzakelijk is vanwege zwaarwegende landschappelijke redenen. In dat geval mag niet op het buitentalud en de kruin worden geplant en is plaatsing op het binnentalud slechts toegestaan als $q < 0,1 \text{ l/m/s}$. Bij plaatsing op het voorland, het binnentalud en het aansluitende maaiveld binnen de invloedszones moet een zo groot mogelijke overmaat aan grond worden aangebracht. Het beoordelingsprofiel van de dijk (zie hiervoor de Handreiking Constructief Ontwerpen [6]) moet te allen tijde vrij blijven.

Het effect van bestaande bomen en struiken op het waterkerend vermogen van de kering moet worden beoordeeld met behulp van de Leidraad Toetsen op Veiligheid. Bij een score 'onvoldoende' moeten

verbeteringsmaatregelen worden getroffen.

5.6.5 Windmolens

Waterkeringen liggen bij uitstek op locaties die qua windaanbod zeer geschikt zijn voor solitaire windmolens of in het bijzonder voor windmolenparken. Een windmolen kan worden beschouwd als een bijzondere vorm van bebouwing, en als zodanig gelden ook hier de beschouwingen uit § 5.6.3. Dit betekent, dat de plaatsing van windmolens binnen de invloedszones alleen in uitzonderlijke gevallen kan worden toegestaan. Bij de afweging hieromtrent zijn de volgende aandachtspunten van belang met betrekking tot ontwerp, uitvoering, vergunningverlening, kostentoerekening en beheer:

- Draaiende windmolens veroorzaken trillingen, terwijl de opgevangen windbelasting via de fundering overgedragen wordt op de kering. Via grondmechanisch onderzoek moet worden gecontroleerd of dit extra zettingen zal veroorzaken (bijvoorbeeld door verdichting van dieper gelegen zandlagen) en/of de stabiliteit van de kering niet in gevaar komt.
- Paalfunderingen kunnen waterafsluitende lagen doorboren. Hierbij moet worden gelet op een goede afdichting (controle op kwel).
- Bij fundering op staal moet worden gecontroleerd of de extra bovenbelasting door de kering opgenomen kan worden.
- De levensduur van een windmolen is circa 15 jaar. Daarna ligt vervanging door een geavanceerder (zwaarder) type, of verwijdering, in de rede. Dit betekent dat de oude fundering nutteloos wordt. Bij het ontwerp en de vergunningverlening moet worden bepaald of de oude fundering zal blijven zitten of dat deze verwijderd wordt.
- Voor het bedrijfsgebouw gelden de normale regels voor bebouwing.
- Bij het ontwerp van de fundering moet rekening worden gehouden met toekomstige dijkverbetering, eventueel door de fundering nu al op de toekomstige profielhoogte te plaatsen.
- Plaatsing op het buitentalud in de zone waar golfaanval optreedt veroorzaakt een discontinuïteit in de bekleding en daardoor een verhoogde schadekans. Plaatsing in de grasmatten in de golfoploopzone boven de harde bekleding verhoogt de erosiegevoeligheid van de grasmatten. Afdoende constructieve maatregelen zijn lastig te nemen. Daarom moet plaatsing op het buitentalud in de zone waar hydraulische belasting optreedt worden ontraden.

-
- Bij plaatsing op kruin en binnentalud, waar overslag wordt getolereerd, moeten afdoende maatregelen worden getroffen om erosie tegen te gaan.
 - De aanwezigheid van windmolens betekent aanwezigheid van kabels.
 - Het zwakste punt van een turbine moet boven de fundering zitten, zodat bij een calamiteit de mast bezwijkt en niet de fundering.
 - Let op of de geplande locatie gevoelig is voor het optreden van kruiend ijs.
 - De aanwezigheid van windmolens maakt het beheer van de waterkering duurder doordat onderhoud en dijkverbetering moeilijker uitvoerbaar worden.
 - Bij het beheer prevaleert het belang van de functie 'waterkering' altijd boven het belang van de functie 'windmolenpark'.

Meer informatie staat in de nota Windmolens langs autosnelwegen en op de waterkeringen Houtribdijk en Afsluitdijk [16]. Los van de eisen vanuit de functie veiligheid moet bij de afweging van het plaatsen van windmolens vanzelfsprekend rekening worden gehouden met LNC-waarden en de eisen, die worden gesteld vanuit de andere functies. Te noemen zijn bijvoorbeeld de effecten op het broedgedrag van vogels, de landschappelijke inpassing, radarhinder, afspattende ijzel, beïnvloeding van de verkeersveiligheid etc.

5.6.6 Wegen

De eventuele invloed van een weg op het waterkerend vermogen van een dijk betreft enerzijds de belasting door verkeer, anderzijds mogelijke erosie bij de aansluiting van het wegdek op de bermen en kwel door de fundatie van de weg (zie ook § 5.4). In de Handleiding Constructief Ontwerpen [6] is een en ander uitgewerkt.

5.7 Bijzondere dijkvormen

5.7.1 Algemeen

In het werkingsgebied van deze leidraad komen enkele bijzondere dijkvormen voor. Achtereenvolgens komen kort aan de orde:

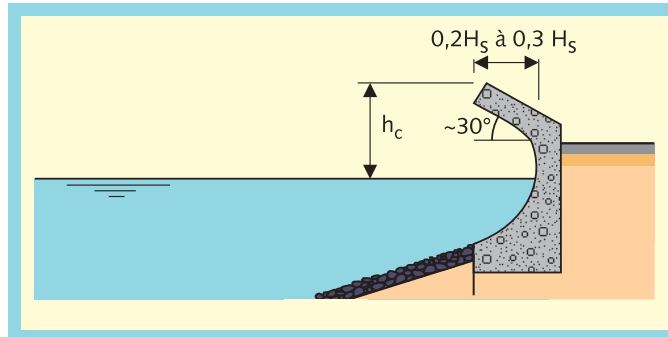
- keermuren (§ 5.7.2),

- voorliggende dammen (§ 5.7.3), en
- zanddijken (§ 5.7.4).

5.7.2 Keermuren

In ons land zijn op een aantal plaatsen langs bebouwde duinkusten (veelal langs een strand) boulevards aangelegd. In sommige gevallen is het strand inmiddels weggeërodeerd. De primaire reden om een boulevard te maken is meestal om te voorkomen, dat bij stormvloed de hoeveelheid duinafslag zo groot wordt, dat schade ontstaat aan de bebouwing. Daarnaast heeft een boulevard een belangrijke toeristische functie.

Constructief bestaat de bescherming van een boulevard uit een verdedigd zandtalud of een verticale keermuur. De constructie is meestal zwaar belast. Keermuren kunnen ter voorkoming van waterbezwaar door overslaande golven worden voorzien van een parapet(neus)-constructie (figuur 5.7.1), waardoor het water van de opspuitende



Figuur 5.7.1 Parapet op keermuur langs boulevard

golven enigszins zeewaarts teruggebogen wordt. Bij grote overslag zal de overslagstraal dik zijn ten opzichte van de neus en zal deze weinig effect hebben. Bij geringere overslag (bij een kruinhoogte h_c groter dan de significante golfhoogte H_s) is tot 40% reductie mogelijk.

Bij een boulevard is het nodig om een goede afwateringsconstructie te maken. Bij golfoverslag (onder ontwerpomstandigheden vaak meer dan 10 l/m/s) moet dit water kunnen worden afgevoerd. Dit kan via de polderzijde gebeuren, maar het is vaak efficiënter om het aan de zeezijde, via springen in de muur af te voeren. Bij het ontwerp van de

constructie van de weg op de boulevard en de afvoerwegen aan de achterzijde moet er op gelet worden dat niet al het overslagwater via één weg naar binnen gaat lopen; op die plaats ontstaat een te sterke stroomconcentratie.

Formules voor de berekening van krachten op en overslag over muurtjes en parapets staan in de nota Golfoverslag en krachten op verticale waterkeringsconstructies [22].

Door de golfaanval ontstaat aan de teen van de keermuur erosie van het strand. De erosiekuil mag de standzekerheid van de wand niet in gevaar brengen. De kuildiepte kan berekend worden met het programma DUROSTA [P3].

5.7.3 Voorliggende dammen

Soms wordt een dijk beschermd door een voorliggende dam, bijvoorbeeld een havendam of onderwaterdam. Dergelijke dammen hebben over het algemeen geen invloed op de ontwerp-waterstand, maar wel op de golfhoogte en daarmee ook op de golfoverslag. Dit kan een aanmerkelijke kruinhoogte-reductie tot gevolg hebben. Indien bij het bepalen van de kruinhoogte gebruik wordt gemaakt van dit effect, is het wel noodzakelijk dat de havendam zelf ook onder de keur of andere regelgeving valt; deze dam vormt dan immers een onderdeel van de waterkering.

Voor het bepalen van de golfhoogte-reductie ten gevolge van dit soort dammen kan gebruik gemaakt worden van de methode zoals beschreven in de nota Golfoverslag en krachten op verticale waterkeringsconstructies [22].

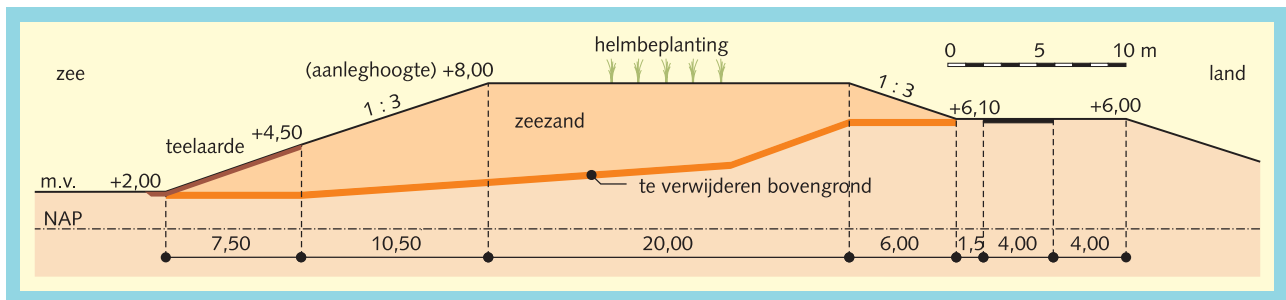
5.7.4 Zanddijken

Zanddijken (dijken zonder noemenswaardige bekleding) behoren net als duinen tot de dynamische verdedigingen: bij ontwerpomstandigheden vindt vervorming van het profiel plaats.

Ze worden toegepast als een versterking in een duinenrij om een grens-

profiel te creëren, en als een verbinding tussen een duinenrij en een verharde dijk. In het laatste geval moet het voorland boven de HW-lijn liggen en mag er geen zware golfaanval zijn te verwachten. De berekening van het benodigde profiel volgt de methodiek welke ontwikkeld is voor duinen (zie Leidraad Zandige Kust [8]).

In figuur 5.7.2 staat als voorbeeld het dwarsprofiel van de zanddijk



Figuur 5.7.2 Zanddijk polder Eierland

langs de polder Eierland op Texel. Het dijklichaam is bij de aanleg met een minimum aan schrale teelaarde tegen het stuiven afgedekt en beplant met helmgras. Helmgras heeft echter moeite met aanslaan op een vrij statisch zandoppervlak. Daarom is later het gehele profiel afgedekt met 0,2 m klei en ingezaaid met graszaad.

5.8 Inrichting met het oog op het dagelijks beheer

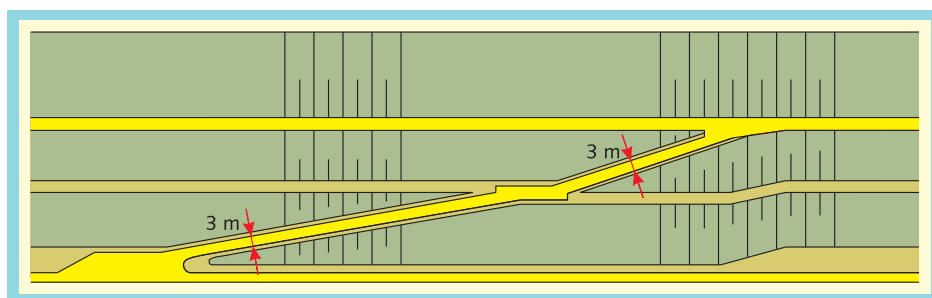
Bij het inrichten van een dijk zijn met het oog op het dagelijks beheer de volgende zaken van belang:

- de bereikbaarheid van belopen door middel van onderhoudswegen of -stroken met het oog op onderhoud en calamiteiten;
- de afstand tussen dijkovergangen, die binnen- en buitendijks gelegen onderhouds- en inspectiewegen of -stroken met elkaar verbinden;
- de diverse aan de dijkovergangen te stellen eisen als breedte (denk aan onderhoudsmaterieel en landbouwmachines), de overgang van het wegdek op de grasmat;
- de lengte c.q. de oppervlakte van de beweidingsvakken;
- de plaats en de vorm van de dwars- en langsafrasteringen en vee-roosters in de wegen;
- maatregelen tegen schade door golfaanval (erosie, omdrukken) bij afrasteringen in het gebied van de golfaanval;

- maatregelen langs de afrasteringen en rondom (dijk)palen en dergelijke tegen het vertrappen van de grasmat door vee;
- de veedrinkwatervoorzieningen per beweidingsvak, zoals veedrinkbakken en waterleidingen of drinkplaatsen langs slootoevers;
- de vorm van de hectometrering (betonblokken of palen) en de plaats in het dwarsprofiel;
- voorzieningen tegen beschadiging van de grasmat op intensief betreden plaatsen;
- het aantal en de ligging (bereikbaarheid) van dijkmagazijnen en materialendepots;
- hoeveelheid en soort noodmaterialen ten behoeve van de calamiteitenbestrijding;
- oeververdedigingen langs kwelsloot, duikers en dammen.

Bij de vormgeving van grasbektele taluds, die gebruikt worden voor beweiding, moet rekening worden gehouden met de bereikbaarheid voor, en de manoeuvreerbaarheid van maaimachines. Maaien is mogelijk op taluds van 1 : 3 of flauwer. Beweiding maakt het plaatsen van afrasteringen, veeroosters en/of klaphekken noodzakelijk.

Overritten, die loodrecht zijn gedimensioneerd op de dijkas, vergen bij grote dijkhoogte veel grondverzet, terwijl ze buitendijks aanleiding geven tot hoeken waar golven extra hoog opstuwen of waarin grote hoeveelheden veek samendrijven. De meeste opritten worden daarom tegen de dijk gelegd (zie figuur 5.8.1). De schuin tegen het beloop oplopende opritten moeten buiten het doorgaande profiel van de dijk liggen. De helling varieert van 1 : 15 tot 1 : 50.



Figuur 5.8.1 Dijkoprit

6 UITVOERING

6.1 Algemeen

In dit hoofdstuk staan, als aanvulling op de informatie in de *grondslagen* een aantal aspecten, die een rol spelen bij de aanleg van zee- en meerdijken.

Behandeld zijn:

- grondverwerving,
- bereikbaarheid van het werk en de omgeving,
- zomerrandvoorwaarden,
- specifieke selectie- en gunningscriteria,
- afstemming tussen ontwerp en uitvoering, en
- revisie en instandhouding.

6.2 Grondverwerving

Als ten behoeve van de aanleg of aanpassing van een waterkering bestaande bebouwing komt te vervallen of grondaankoop nodig is, moeten de kosten daarvan op basis van de economische waarde of de vervangingswaarde worden bepaald. De tijd, benodigd voor eventuele nieuwbouw, kan voor de uitvoeringstijd van de dijkverbetering een bepalende factor zijn. Duidelijkheid aangaande de te kiezen dijkverbeteringsvariant is ook in dit verband in een vroeg stadium gewenst. Zodra de keuze is gemaakt, is het noodzakelijk om met behulp van kadastrale gegevens en taxaties inzicht te krijgen in de totale kosten van verwerving.

Onderhandelingen over aankoop, veelal gepaard gaande met te verlenen faciliteiten voor en na de uitvoering van het werk, kunnen veel tijd in beslag nemen. Het 'in der minne' verwerven van gronden (inclusief deze faciliteiten) is minder bewerkelijk dan de ultieme variant 'onteigening van de percelen/opstallen'. Deze laatste vorm van grondverwerving kan leiden tot behoorlijke vertraging met ongewenste financiële gevolgen. Grondverwerving kan ook nodig zijn in verband met opslag- of depotruimte voor materieel en bouwmaterialen.

6.3 Bereikbaarheid van het werk en van de omgeving

Tijdens de voorbereiding moeten de mogelijkheden en beperkingen ten aanzien van de bereikbaarheid van het werk en van de omgeving over het water en/of over de weg worden vastgesteld. Beperkingen voor

wegverkeer en scheepvaart moeten tijdig worden gepubliceerd. De aan- en afvoer van materieel en materialen kunnen aanleiding geven tot problemen; dit vereist tijdige afstemming tussen de betrokken partijen.

6.4 Winnen en verwerken van materiaal

Een belangrijk onderdeel van de voorbereiding is de verkenning en het bepalen van de lokaties waar de grote hoeveelheden benodigde grond van de juiste kwaliteit (zand, klei, keileem, ...) zullen worden gewonnen. Daarmee samen hangt de opzet van het systeem van opslag/overslag/verwerking.

Bij gebruik van zeewater als perswater moeten maatregelen worden voorbereid om te voorkomen dat ontoelaatbaar zoutbezwaar optreedt.

6.5 Zomerrandvoorwaarden

Voor het werken aan primaire waterkeringen geldt een 'gesloten seizoen' van 15 oktober tot en met 15 maart voor keringen buiten het getijgebied, en van 1 oktober tot en met 31 maart voor keringen in het getijgebied (zie RAW 1995 [21]). Buiten deze perioden kan en mag er onder bepaalde omstandigheden aan de waterkering worden gewerkt. Gelet op de vereiste veiligheid tegen overstroming tijdens de uitvoering van de werkzaamheden worden (sterkte)eisen gesteld aan tijdelijke constructies of aan de waterkering in de verschillende bouwfasen. Als een eerste stap in de richting van een komend samenhangend stel eisen wordt daarbij uitgegaan van de gebiedsfrequentie van het dijk- en oevergebied, waarvan de bewuste waterkering deel uitmaakt. De hydraulische belasting, die bij deze gebiedsfrequentie behoort, is voor de zomerperiode aanmerkelijk lager dan voor de winterperiode. De reductie is afhankelijk van de tijdsduur en periode van de werkzaamheden (bouwfase).

In tabel 6.5.1 staan voor verschillende kuststations de waterstanden, waarmee tijdens de uitvoering van werken aan zeedijken rekening moet worden gehouden voor een 'korte zomer' (1 mei tot en met 31 augustus) en voor een 'lange zomer' (16 maart tot en met 14 oktober) [17]. De bijbehorende diepwatergolfhoogtes kunnen voor de kuststations

worden afgeleid uit het Basisrapport Zandige Kust [8]. De aldus gevonden waterstanden en bijbehorende golven kunnen als een eerste schatting worden gehanteerd. Het is echter aan te bevelen om het Rijksinstituut voor Kust en Zee te Den Haag (RIKZ) in voorkomende gevallen om advies te vragen.

<i>basisjaar 1985</i>		<i>waterstanden in meters boven NAP</i>			
kuststation gebiedsfrequentie	Hoek van Holland 1/10.000	Vlissingen 1/4.000	Den Helder 1/10.000	Harlingen 1/4.000	Delfzijl 1/4.000
basispeil (gehele jaar)	5,25 m	5,00 m	4,40 m	4,85 m	5,90 m
zomerbasispeil (lange zomer)	4,30 m	4,05 m	2,80 m	3,60 m	5,00 m
zomerbasispeil (korte zomer)	3,90 m	3,10 m	2,20 m	3,00 m	3,80 m

Tabel 6.5.1 Zomerrandvoorwaarden langs de kust

Voor de meerdijken is het vaststellen van een zomerbasispeil minder eenvoudig. Uitgaande van windstatistieken in de zomerperiode kunnen langs het IJsselmeer gereduceerde hydraulische belastingen worden bepaald met behulp van het rekenmodel HYDRA_M [P4]. Voor meerdijken is het aan te bevelen advies in te winnen bij het Rijksinstituut voor Integraal Zoetwaterbeheer en Afvalwaterbehandeling (RIZA) te Lelystad.

Door bovengenoemde aanpak kan worden bewerkstelligd, dat een bouwphase in de zomerperiode even veilig is als de eindfase in de winterperiode. Afhankelijk van de aard (omvang en tijd) van de bouwphase, de gevolgen van een overstroming en de mogelijkheden om deze gevolgen te beperken kunnen in bepaalde gevallen mildere eisen worden gesteld. Om deze eisen te onderbouwen is het uitvoeren van een risico-analyse noodzakelijk.

6.6 Specifieke selectie- en gunningscriteria

Als er in verband met de waterkering sprake is van bijzondere omstandigheden kunnen naast de gebruikelijke selectie- en gunningscriteria specifieke aanvullende eisen worden gesteld. Zo kan het nodig zijn dat de inschrijver moet kunnen aantonen dat hij ervaring heeft met

het uitvoeren van werken in of aan getijdewateren, vaargeulen en havens en/of dat hij ervaring heeft met droog of nat grootgrondverzet. Daarnaast kan worden verlangd dat hij aantoont te beschikken over voldoende gekwalificeerd personeel en over voldoende materieel om het werk op adequate wijze te kunnen uitvoeren. De specifieke selectie- en gunningscriteria worden gesteld om risico's in verband met de veiligheid en schade aan de waterkering te beperken.

6.7 Afstemming tussen ontwerp en uitvoering

Medewerkers, die betrokken zullen zijn bij het toezicht op het werk, moeten in een vroeg stadium worden betrokken bij het maken van het (detail)ontwerp en bij de besteksvoorbereiding. Tijdens de uitvoering is terugkoppeling met de ontwerpers van groot belang.

6.8 Revisie en instandhouding

Naast revisiedocumentatie, die kan bestaan uit revisietekeningen met een beschrijving van belangrijke wijzigingen, moeten door de aannemer de nodige onderhoudsadviezen worden verstrekt. Dit vraagt bijzondere aandacht als in verband met grondmechanische problemen zettingsmetingen ook na de oplevering en/of het verstrijken van de onderhoudstermijn moeten worden voortgezet.

De revisiedocumentatie moet zijn afgestemd op verwerking in de bij wet verplichte leggers en beheerregisters. Hierbij geldt, dat de revisiegegevens als aanvulling worden opgenomen in het in de ontwerpfase opgestelde instandhoudingsplan.

Meer informatie over beheersaspecten is opgenomen in hoofdstuk 7 en in *grondslagen*.

7 DAGELIJKS BEHEER

7.1 Inleiding

■ In het 'dagelijks beheer' worden de functies van de waterkering bewaakt en de daarvoor benodigde activiteiten uitgevoerd. Het bijbehorende beheersproces staat in hoofdstuk 4 en in *grondslagen*.

Dit hoofdstuk behandelt in aansluiting daarop (zie ook figuur 4.2.1):

- de bewaking van het correct integraal functioneren van de waterkering door inspectie en controle (§ 7.2);
- de evaluatie van de bevindingen, uitmondend in activiteiten (§ 7.3);
- aandachtspunten met betrekking tot het vaste en het variabele onderhoud (§ 7.4).

7.2 Bewaking functies

■ Veiligheid

In het beheerregister is de momentane toestand van de kering vastgelegd. Daarin is tevens aangegeven welke parameters door periodieke metingen in de gaten moeten worden gehouden. Hierbij kan de Methode voor de periodieke sterktebeoordeling van dijken [20] van nut zijn. Deze methode voorziet per dijkvak in een checklist met relevante eigenschappen. Figuur 7.2.1 laat een voorbeeld zien: de dijk is daarbij opgebouwd gedacht uit onderdelen, 'elementen' genoemd (kolom 2), die gekoppeld kunnen worden aan de functies van de dijk en beschreven worden door een aantal eigenschappen. In de loop van de tijd veranderen bepaalde processen deze eigenschappen en kunnen daarmee schade veroorzaken aan de elementen. Deze schademechanismen zijn onderverdeeld in de mechanismen bij extreme belasting (kolom 3) en de verouderingsmechanismen (kolom 1). De laatste bepalen het tijdsafhankelijke sterktegedrag van een dijk. Door het plaatsen van kruisjes kan worden aangegeven welke eigenschappen relevant zijn voor een bepaald schademechanisme. De vaste basisgegevens (slechts kruisjes in kolom 3) worden eenmalig vastgesteld, de variabele basisgegevens (zowel kruisjes in kolom 1 als in kolom 3) vereisen een periodieke registratie en dus inspectie. Zowel de vaste als de variabele gegevens worden opgenomen in het beheerregister. Figuur 7.2.2 geeft een voorbeeld van de invulling voor een dijkvak; de variabele basisgegevens zijn aangegeven met een pijltje.

Om de variabele basisgegevens op praktische wijze te kunnen ver-

zamelen moeten de theoretische eigenschappen worden vertaald naar voor de beheerder (inspecteur) waarneembare schadebeelden. Aan de hand van de schadebeelden kan een inspectie- en onderhoudsprogramma worden opgesteld. Figuur 7.2.3 geeft een voorbeeld van een deel van zo'n programma.

Schadebeeld	Inspectie	Mogelijke herstelmaatregel
verplaatsen -2,5 meter lijn	peilen van de voorlandhoogte, een maand voor en vlak na het stormseizoen	suppleren en/of verdedigen (preventief, curatief)
kruinhoogtedaling	waterpassen, op een bij vorige inspectie bepaald tijdstip	ophogen (preventief)
afname aansluiting steenstelling	visuele inspectie, een maand voor het stormseizoen en na elke storm	herzetten van uitgelichte stenen (curatief)
afname stortsteenhoogte	visuele inspectie stortsteen voor rij perkoenpalen na elke storm	stortsteen aanbrengen (preventief, curatief)
afname kwaliteit perkoenpaal	visuele inspectie een maand voor het stormseizoen; eventueel proefpaal trekken	vervangen (preventief)
afname kwaliteit grasmat	visuele inspectie grasmat in voorjaar en enkele maanden voor het stormseizoen	beheer aanpassen, mollen bestrijden, gaten/scheuren dicht, inzaaien graszaad (preventief)
afname vlakheid groenstenen	visuele inspectie in het groeiseizoen van gras	herzetten (preventief)
afname dikte asfaltbeton	boren van kernen	aanbrengen slijtlaag (preventief)
toename waterspanningen	meten stijghoogte onder kleilaag bij hoog water	verbeteren van de filterwerking van de teen (preventief)

Figuur 7.2.3 Voorbeeld van een voorstel inspectie en onderhoud

De uit te voeren inventarisaties hebben deels een permanent karakter; onder deze categorie vallen de jaarlijkse peilingen, metingen en inspecties, waarbij de slechte plekken of beschadigingen worden geregistreerd en vervolgens voor het komende stormseizoen worden gerepareerd. Daarnaast zijn, afhankelijk van onvoorziene omstandigheden (storm of andere calamiteiten) extra meet- en inspectierondes nodig. Het doel van inspectie is veranderingen in de sterkte van de dijk op te merken, waarna deze door het uitvoeren van onderhoud zo nodig kun-

kolom 1							kolom 2	kolom 3			
verouderingsmechanismen							elementen/ toestandskenmerken	mechanismen bij extreme belastingen			
duurzaamheids- invloeden			consolidatie en kruip	zettingsvloeiing vooroever	erosie- mechanismen	biologische activiteiten		grondmechanische instabiliteiten	erosie kruin en binnentalud	erosie buitentalud	piping
mechanisch	chemisch	klimato- logisch									
							Geometrie				
✖				✖	✖		Vooroeverhelling	✖		✖	✖
✖				✖	✖		Voorlandbreedte	✖		✖	✖
✖			✖		✖	✖	Taludhelling dijk	✖	✖	✖	
✖			✖			✖	Bermhoogte	✖	✖	✖	✖
			✖			✖	Kruinhoogte	✖	✖		
			✖	✖	✖	✖	Teen of hiel	✖	✖	✖	✖
					✖	✖	Dijksloot	✖			✖
			✖				Achterland	✖	✖		✖
							Ondergrond per laag				
	✖		✖	✖			Volumegewicht	✖			✖
			✖	✖			Schuifsterkte ϕ' , c' , c_u	✖			
			✖	✖		✖	Doorlatendheid k	✖		✖	✖
			✖				Consolidatiecoëfficiënt c_v				
✖	✖	✖			✖		Korrelverdeling			✖	✖
✖	✖	✖	✖	✖	✖		Laagdikte	✖		✖	✖
	✖	✖	✖				Vervormingseigenschap	✖			
			✖		✖	✖	Waterspanningen	✖			✖
							Dijklichaam per laag				
	✖		✖				Volumegewicht	✖			✖
			✖				Schuifsterkte ϕ' , c' , c_u	✖			
	✖	✖	✖			✖	Doorlatendheid k	✖		✖	
			✖				Consolidatiecoëfficiënt c_v				
✖	✖	✖			✖		Korrelverdeling			✖	
✖	✖	✖	✖		✖		Laagdikte	✖		✖	✖
	✖	✖	✖				Vervormingseigenschap	✖			
			✖				Waterspanningen	✖			
							Bekledingslaag (alg.)				
	✖	✖			✖		Specifieke eigenschap		✖	✖	
							Toplaag:				
✖					✖	✖	Dikte			✖	
✖							Gewicht element γ			✖	
✖							Afmeting element D_{50}			✖	
✖	✖	✖			✖	✖	Samenhang elementen ϕ			✖	
	✖	✖			✖	✖	Doorlatendheid k			✖	
							Filterlagen:				
		✖			✖	✖	Doorlatendheid k	✖		✖	
		✖			✖	✖	Korrelverdeling			✖	

Figuur 7.2.1 Theoretisch mogelijke relaties tussen elementen en schademechanismen

kolom 1							kolom 2	kolom 3			
verouderingsmechanismen							elementen/ toestandskenmerken	mechanismen bij extreme belastingen			
duurzaamheids- invloeden			consolidatie en kruip	zettingsvloeiing vooroever	erosie- mechanismen	biologische activiteiten		grondmechanische instabiliteiten	erosie kruin en binnentalud	erosie buitentalud	piping
mechanisch	chemisch	klimato- logisch									
							Geometrie				
					x		Vooroeverhelling	x		x	
							Taludhelling dijk	x	x	x	
							Bermhoogte	x		x	
x			x			x	Kruinhoogte		x		
					x		Teen (stortsteen)	x		x	
							Ondergrond per laag				
							Volumegewicht	x			
							Schuifsterkte ϕ' , c' , c_u	x			
							Doorlatendheid k	x			
							Laagdikte	x			
							Waterspanningen	x			
							Dijklichaam per laag				
							Volumegewicht	x			
							Schuifsterkte ϕ' , c' , c_u	x			
							Doorlatendheid k	x			
							Laagdikte	x			
							Waterspanningen	x			
							Bekledingslaag 1 Grasmat op klei				
							Dikte kleilaag			x	
							Eigenschappen kleilaag		x	x	
x		x			x	x	Kwaliteit grasmat		x	x	
							Bekledingslaag 2: Steenzettingen (Natuur- en betonblokken)				
x		x				x	Steenafmeting/gewicht			x	
			x		x	x	Spleetbreedten/vulling			x	
					x	x	Waterdoorlatendheid	x		x	
					x		Filtereigenschappen			x	
		x				x	Perkoenpalen			x	
							Bekledingslaag 3: Asfaltbekledingen				
x		x			x	x	Toestand slijtlaag			x	
x		x				x	Mechanische eigenschap (Sterkte/stijfheid)			x	
x		x				x	Scheurvorming			x	
							Bekledingslaag 4: Groenstenen				
			x			x	Vlakheid			x	

Figuur 7.2.2 Voorbeeld bepalen vaste en variabele basisgegevens

nen worden gecorrigeerd. In figuur 7.4.1, afbeelding 5, is aangegeven hoe de sterkte van een dijk in de tijd achteruit kan gaan en welke plaats inspectie en onderhoud daarbij innemen. In de figuur zijn de volgende grenzen opgenomen:

- de waarschuwingsgrens, die aangeeft dat de inspectie moet worden geïntensiveerd om een veranderende sterkte van de dijk beter in de gaten te kunnen houden;
- de actiegrens (of het interventieniveau), die aangeeft dat herstel noodzakelijk is omdat anders de normwaarde bereikt gaat worden waarbij functieverlies optreedt.

In de Methode voor de periodieke sterktebeoordeling van dijken [20] en de Leidraad Toetsen op Veiligheid [3] is aangegeven op welke wijze de inspectie-inspanningen kunnen worden geoptimaliseerd door een juiste keuze en bundeling van dijkvakken.

De dataverwerking van peilingen en metingen gebeurt veelal digitaal. Daarbij is het van belang rekening te houden met de gedachte om binnen het beheersapparaat op een zo uniform mogelijke manier alle inmetingen te koppelen aan verwerkings- en leggersystemen. Voor de uitvoering van de overige inspecties kan worden gebruik gemaakt van zowel meetapparatuur, maar ook van handmatige visuele opnames; met name de inspecties ten behoeve van het medegebruik zijn veelsoortiger. Als de dijkbeheerder zelf het dagelijks onderhoud verricht kan het aantal periodieke inspecties kleiner zijn dan als het onderhoud (van bijvoorbeeld de grasmat) berust bij een pachter; deze zal immers geneigd zijn uit bedrijfsmatige overwegingen minder prioriteiten te leggen bij het waterkeringbelang.

■ *Landschap, natuur en cultuurhistorie*

Omdat bij het ontwerp van een dijk rekening is gehouden met de LNC-waarden, behoort dit ook in het beheer te gebeuren. Het hiervoor benodigde systeem van toetsingscriteria en het realisatietraject van de streefbeelden zijn opgenomen in het beheersplan. Voor de omgeving van de waterkering zijn in de regel andere beheerders/actoren verantwoordelijk. In de praktijk zal afstemming met beheerders van de 'natte' functies zelden een probleem vormen. Conflicten met overige functies/medegebruik kunnen voor een deel worden verminderd door zonering. Daarnaast zal het vaak mogelijk zijn door het maken van goede afspraken functies te verweven.

■ *Overige functies*

Het medegebruik als gevolg van de andere functies (verkeer, landbouw en recreatie) doet zich vooral gelden in relatie tot de bestaande gebruiks- en onderhoudsaspecten van de waterkering. Daarbij is direct de kwaliteit van constructie-onderdelen van de kering aan de orde. Bij de uitvoering van de beheerstaak is de beschikbaarheid van de verzamelde beheersgegevens onmisbaar; deze gegevens zijn opgenomen in de dijk-legger en het beheerregister.

- *Verkeer*

Een intensief verkeersgebruik geeft vaak aanleiding tot schade aan bekledingen, met name aan grasbedekkingen van dijk- en wegbermen en taluds; tevens zijn hierbij een aantal seizoensgebonden pieken met overlast aan de orde. Daarnaast is het op uitgebreide schaal toelaten van verkeer op de waterkering vaak aanleiding tot het optreden van een aanzienlijk parkeer- en zwerfafvalprobleem. Een ondubbelzinnige geleiding van verkeer en verkeersoorten, veelal gecombineerd met de nodige afzettingen en 'meubilair', leidt tot de minste schade.

- *Landbouw*

Bij waterkeringen, die grenzen aan landbouwgrond, moet rekening worden gehouden met een onderlinge invloedssfeer. Dit heeft met name betrekking op het uitwaaien van middelen ter bescherming van gewassen, ter bestrijding van onkruid of het achterwege laten hiervan. Tevens is aandacht nodig voor de gewenste waterstanden van landbouwpercelen, die onder invloed staan van een dijksloot.

Het agrarisch beheer van de waterkering zelf vergt voortdurend de aandacht. Een intensief agrarisch beheer van de grasmat levert inkomsten op. De dijkhellingen worden in dat geval bemest en vervolgens intensief met schapen beweide. Bij afwezigheid van beweiding wordt meerdere malen per jaar gemaaid en/of gehooïd. Een intensieve bemesting met een hoge bovengrondse productie tezamen met een intensieve beweiding leidt echter tot een vermindering van de doorworteling, waardoor de zode minder stevig is en een open en pollig karakter krijgt. Een en ander leidt tot verminderde erosiebestendigheid en een geringe ecologische waarde van de vegetatie. De mate van golfbelasting bepaalt in hoeverre dit type agrarisch beheer gezien de waterkerende functie toelaatbaar is.

In het Technisch Rapport Erosiebestendigheid van grasland als dijkbekleding [10] wordt aanbevolen uit te gaan van aangepast agrarisch beheer. Als het beheer zich primair richt op de functie van de vegetatie in het kader van de waterkerende functie van de dijk legt dit beperkingen op aan bemesting en beweiding. Bij natuurtechnisch beheer heeft de vegetatie naast de waterkerende functie een functie in het kader van het behoud en de ontwikkeling van natuurwaarden. De belangen van waterstaatkundig beheer en van natuurtechnisch beheer vallen grotendeels samen, de agrarische belangen slechts ten dele. In het Basisrapport, hoofdstuk B6, staat meer informatie over aanleg en beheer van een grasbekleding.

- *Recreatie*

Bij een goed gedimensioneerde waterkering is aantasting van de veiligheid door recreatief medegebruik onder normale gebruiksomstandigheden niet aannemelijk. Weliswaar is er geen andere soort van medegebruik, waarbij de beheerstaak zo uitdrukkelijk wordt beïnvloed. De aard van de problemen is afhankelijk van de intensiteit en de vorm van recreatie. Door wandelaars worden vaak andere dan de gebaande paden verkozen, waardoor extra controle op geleidingen en afrasteringen nodig is. Aandacht verdienen ook trappen en dijkovergangen, waarbij intensief gebruik kan leiden tot beschadigingen, die op zich weer extra gevaar kunnen opleveren. In de buurt van sportvislocaties treden overeenkomstige verschijnselen op, naast het soms uitbreken van stenen uit een steenglooing. Ook treedt hier vaak een piek van zwerfvuil op.

■ *Controle en handhaving*

De functies van een waterkering vereisen permanente zorg. De beheerder moet op de hoogte blijven van de actuele stand van zaken van alle factoren, die deze functies beïnvloeden. Primair vormen de door de beheerder verleende vergunningen hiertoe de aanzet. De keur, dan wel een provinciaal reglement en de uitwerking daarvan in het eigen beheersplan vormen hiervoor de basis. Op grond van de geldende bepalingen kan worden nagegaan of een handeling in strijd is met de (voorwaarden uit de) verleende vergunning.

'Spontane' activiteiten, waarvoor geen ontheffing is verleend, worden meestal bij toeval ontdekt. De kans op ontdekking is het grootst als de dijkbeheerder tevens het dagelijks onderhoud van de kering uitvoert.

Indien dit niet het geval is, zullen regelmatig inspectieronden moeten worden gehouden om ongewenste activiteiten van derden op te sporen.

■ *Wijzigende omstandigheden*

In zijn beheersuitoefening zal de beheerder zowel intern als extern meegroeien met wijzigende omstandigheden. Hij onderhoudt daarbij contacten met andere overheden, onder andere met betrekking tot streek- en bestemmingsplannen, ontgrondingsbeleid en de relaties van het waterkeringbeheer met kustlijnbeheer. Hij stelt regels ten aanzien van datgene dat aan derden wordt verboden dan wel, al of niet onder voorwaarden, wordt toegestaan, c.q. verplichtend wordt opgelegd. Dat stelt hem in staat om te anticiperen op veranderende maatschappelijke omstandigheden en om zonodig maatschappelijke ontwikkelingen bij te sturen met het oog op het belang van de waterkering, nu en in de toekomst.

Daarbij overweegt hij periodiek of de regels met betrekking tot de activiteiten van derden bijstelling behoeven dan wel of uit die activiteiten geen onacceptabele nadelige gevolgen voortvloeien. Als aandachtsgebieden zijn in dit verband te noemen:

- wijze van grondgebruik en gebruik van de grasmat;
- aanwezigheid en sloop c.q. vernieuwing van bebouwing;
- aanwezigheid van kabels en transportleidingen;
- recreatief gebruik;
- verkeer.

Indien hij het noodzakelijk acht treedt hij met andere overheden of derden in overleg. Dit is bijvoorbeeld nodig als hij wordt geconfronteerd met beleid van andere overheden, dat - ondanks daartoe zijnerzijds nastreeft resultaatgericht overleg - risico's inhoudt of schadelijk is voor het aan hem opgedragen beheer.

■ *Calamiteiten*

De beheerder moet voldoende zijn voorbereid om bij eventuele calamiteiten snel maatregelen te nemen, hetgeen onder andere inhoudt, dat vooraf een beeld wordt gevormd van wat mis kan gaan en hoe de situatie zich dan ontwikkelt, dat het alarmerings- en waarschuwingssysteem juist functioneert, dat de bereikbaarheid van de waterkering voldoende is, dat voldoende geoefend personeel en materieel aanwezig

zijn, en dat periodieke controle van veiligheidsmiddelen plaatsvindt. Een en ander is verder uitgewerkt in *grondslagen*.

7.3 Evaluatie

■ De beheerder is voor de meeste schadebeelden vrij in de keuze van waarschuwings- en/of actiegrenzen. Voor schadebeelden waaraan criteria zijn opgelegd vanuit de Leidraad Toetsen op Veiligheid [3] kiest hij echter deze grenzen zodanig dat de gestelde criteria nooit zullen worden onderschreden. In genoemde leidraad wordt dit 'normaal goed beheer' genoemd: bij normaal goed beheer geldt dus als uitgangspunt, dat de minimum kwaliteit wordt gegarandeerd. De vijfjaarlijkse veiligheidstoetsing bestaat dan uit het beantwoorden van de vraag of deze gegarandeerde kwaliteit, gezien de in de wet gestelde norm, acceptabel is. Het sterkteniveau, dat daartoe in de in die leidraad opgenomen beoordelingsmodellen wordt ingevoerd, komt overeen met die minimum kwaliteit. Het constateren of de gegarandeerde minimum kwaliteit ook daadwerkelijk aanwezig is, is geen onderdeel van de veiligheidstoetsing, maar maakt deel uit van de jaarlijkse schouw. Uitzondering daarop zijn de hoofdafmetingen van de waterkering zoals die in de legger zijn vastgelegd.

■ De noodzaak voor het uitvoeren van onderhoud wordt in feite bepaald door de keuze van de actiegrenzen (het interventieniveau).

Het gaat om:

- tijd: de verwachting van de schadeontwikkeling in de tijd en de benodigde tijd voor het mobiliseren en uitvoeren van onderhoud;
- geld: de meerkosten voor het uitvoeren van onderhoud bij uitstel.

■ Bij onverwachte inspectieresultaten moet specialistische hulp worden ingeschakeld voor het opsporen van de oorzaken. Dit kan aanleiding geven tot een herziening van schadebeelden en criteria.

■ In § 4.2 is de karakterisering gegeven van de verschillende soorten maatregelen, die na inspectie nodig blijken om de functies in stand te houden of voor het eerst of opnieuw op het streefbeeldniveau te brengen.

Volgens figuur 4.2.1 leiden werkzaamheden ter verbetering, herstel, nieuwbouw en sloop tot een leggerwijziging en daarmee tot het nemen

van de lange lus in het schema.

Vast en variabel onderhoud kunnen worden uitgevoerd zonder leggerwijziging.

7.4 Vast en variabel onderhoud

7.4.1 Inleiding

■ Het doel van vast onderhoud is te omschrijven als 'het in goede staat houden van de kering'; het omvat activiteiten die plaatselijk van karakter zijn, van geringe omvang en relatief beperkte kosten, een vrij grote frequentie van voorkomen hebben, veelal een preventief karakter hebben, en jaarlijks worden gepland en begroot.

Variabel onderhoud is (reparatie)werk binnen de oude legger bij (dreigend) functieverlies, waarbij deze in de oorspronkelijke toestand wordt teruggebracht door conserveren, renoveren en/of vervangen. Variabel onderhoud vindt plaats als het interventieniveau (de actie-grens) is bereikt.

Achtereenvolgens komen aan de orde:

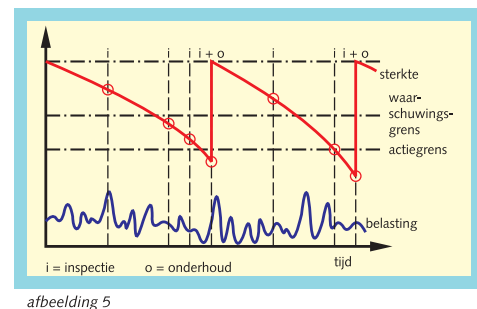
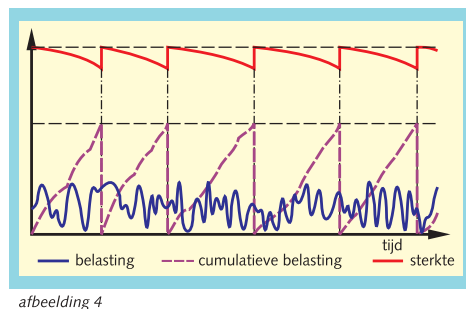
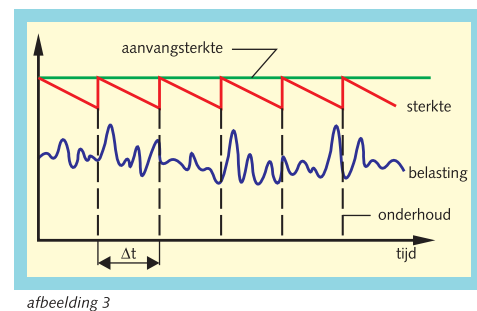
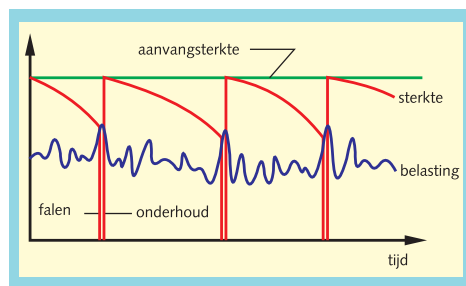
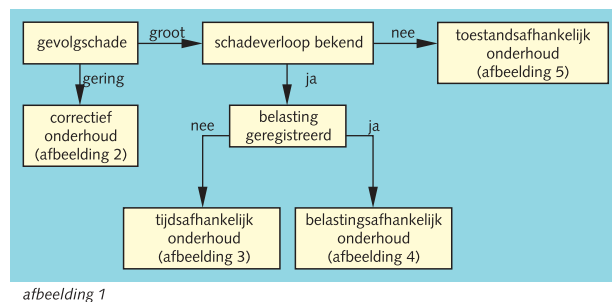
- strategieën (§ 7.4.2);
- planning (§ 7.4.3);

7.4.2 Strategieën

■ In het algemeen kunnen twee categorieën van onderhoud worden onderscheiden: preventief en curatief onderhoud. Preventief onderhoud omvat het uitvoeren van onderhoud naar aanleiding van inspecties. Curatief onderhoud omvat het pas uitvoeren van onderhoud wanneer gebreken geconstateerd zijn; dit wordt alleen toegepast als de gevolgen van het falen van de constructie of het constructieonderdeel naar verwachting relatief gering zijn. Voor waterkeringen zal in de meeste gevallen sprake zijn van preventief onderhoud. Voor constructieonderdelen, die niet direct bepalend zijn voor de veiligheid, kan voor een curatieve onderhoudstrategie worden gekozen.

De te kiezen onderhoudsstrategie wordt voor een belangrijk deel bepaald door het verloop van sterkte en belasting in de tijd, de meetbare toestandskenmerken en de beschikbare inspectietechnieken.

Figuur 7.4.1, afbeelding 1, toont een globaal overzicht van de verschillende onderhoudsstrategieën. In de afbeeldingen 2 tot en met 5 staan schematisch de bijbehorende belasting- en sterkteverlopen gedurende de levensduur van de constructie.



onderhoudsstrategieën:

- afb. 2: correctief: onderhoud direct na falen
- afb. 3: tijdsafhankelijk: periodiek onderhoud met een vast tijdsinterval
- afb. 4: belastingsafhankelijk: periodiek onderhoud na het weerstaan van een afgesproken cumulatieve belasting
(deze strategie zal in het algemeen bij dijken niet voorkomen)
- afb. 5: toestandsafhankelijk: onderhoud bij het overschrijden van een afgesproken (veilig) interventieniveau

Figuur 7.4.1 Onderhoudsstrategieën

Verder wordt de keuze voor een onderhoudsstrategie nog bepaald door de kosten van inspectie, van onderhoud en de kans op falen van de waterkering. Een verdere optimalisatie van de onderhoudsstrategie is mogelijk door een minimalisatie van de totale onderhoudskosten na te streven. Deze minimalisatie van kosten leidt tot een optimaal inspectie- en reparatie-interval.

Bij deze minimalisatie van kosten kunnen twee verschillende benaderingen worden gehanteerd :

- minimalisatie van de netto contante waarde van de totale kosten gedurende de levensduur van de constructie;
- minimalisatie van een jaarlijks onderhoudsbudget gedurende de levensduur van de constructie.

Welke benadering voor de beheerder van de waterkering de meest optimale is, is sterk afhankelijk van de wijze van financiering.

Vanuit de LNC-waarden zijn de volgende aandachtspunten van belang:

- hergebruik van materiaal verdient de voorkeur;
- maak gebruik van de mogelijkheid van nieuwe en alternatieve materialen als dit de natuur- of landschapswaarden versterkt;
- in het kader van het Natuurbeleidsplan worden de komende jaren 'nieuwe' natuurgebieden aangelegd en ingericht; als dit in de buurt van een dijk gebeurt kan dit gevolgen hebben voor het beheer en de toepassing van andere materialen;
- besteed zorg aan het handhaven van constructies met een historische waarde.

7.4.3 Planning

■ De uitvoering van het onderhoud zal in de regel worden opgezet aan de hand van de meest efficiënte mogelijkheden, die zich zullen voordoen gezien de geaardheid van het werk. Voor vast onderhoud wordt veelal een jaarlijks terugkerende inspanning voorzien in het daarvoor in aanmerking komende seizoen. Gezien het periodieke karakter van de uitvoering van het onderhoud is een flexibele inzet van benodigd materieel en personeel een noodzaak. De hiervoor in aanmerking komende perioden moeten overeenkomen met de meest gunstige tijd voor het te onderhouden onderdeel van de waterkering. Bij werkzaamheden rond de waterlijn moet rekening worden gehouden met de periode waarin de meest gunstige waterstanden voorkomen. Het kan voorkomen dat het

werk tijdelijk moet worden onderbroken als tengevolge van weersomstandigheden (opwaaiing, golfaanval) het water de uitvoering belemmert. Bij onderhoudswerkzaamheden aan de grasmatten moet er rekening mee worden gehouden, dat een nieuwe grasmatten de meeste kans van slagen heeft als hij wordt ingezaaid in april-mei of augustus-september. Het zal daarna nog een aantal seizoenen duren voordat zich een goede zode heeft ontwikkeld. Voor het overige dient zoveel mogelijk rekening te worden gehouden met wensen in verband met medegebruik van de waterkering, zoals recreatie, natuur, verkeer e.d. De randvoorwaarden met betrekking tot de uitvoering van werken in het stormseizoen staan in hoofdstuk 6.

■ Schade als gevolg van stormen, ijsgang, aanvaring of andere calamiteiten is moeilijk voorspelbaar. Reparatie van beperkte schade kan uit het beschikbare budget voor dijkonderhoud worden bekostigd. Voor reparatie van omvangrijke schade zal per geval moeten worden bekeken hoe dit kan worden gefinancierd. Via een kansberekening is te schatten hoe hoog gemiddeld per jaar een reservering hiervoor zou moeten zijn.

AANLEGHOOGTE

Hoogte van de (onderdelen van de) dijk, onmiddellijk na het gereedkomen (de oplevering) hiervan.

AFSCHUIVING

Het verplaatsen van een deel van een grondlichaam door overschrijding van het evenwichtsdraagvermogen.

BEDDINGSCONSTANTE

Een evenredigheidscoëfficiënt tussen de door de grondslag geleverde tegendruk en de zakking van een oppervlak onder een verticale belasting (een veerconstante die de stijfheid van de ondergrond uitdrukt).

BEHEER

Het geheel van activiteiten dat noodzakelijk is om te waarborgen dat de functies van de waterkering blijven voldoen aan de daarvoor vastgestelde, eventueel tijdsafhankelijke eisen en normen.

BEHEERDER

In deze leidraad: De overheid waarbij de waterkering in beheer is.

BEHEERREGISTER of TECHNISCH BEHEERREGISTER

Documentatie, waarin de voor het behoud van het waterkerend vermogen kenmerkende gegevens van de constructie en de feitelijke toestand van de primaire waterkering nader zijn omschreven.

BEOORDELINGSPROFIEL

Een denkbeeldig minimum profiel van gedefinieerde afmetingen dat binnen het werkelijk aanwezige profiel moet passen. Dit profiel mag in het algemeen niet door niet-waterkerende objecten worden doorsneden en moet de garantie bieden dat schade aan de waterkering, ten gevolge van aanwezigheid van het object, niet onmiddellijk tot falen van de waterkering leidt.

BESCHERMINGSZONE

In de keur aangegeven zone ter weerszijden van de (juridische) waterkering.

BEZWIJKEN

Het optreden van ontoelaatbaar grote vervormingen van een constructie, zodanig dat de samenhang van de constructie verloren gaat.

BUI-OSCILLATIES

Onregelmatige schommelingen van de waterspiegel met wisselende periode, die vooral bij zware storm optreden.

BUISTOOT

Afzonderlijk optredende vrij kort durende waterspiegelverheffing ten gevolge van een zware bui.

BUITENWATER

Het oppervlaktewater waarvan de waterstand direct invloed ondergaat bij hoge stormvloed, bij hoog opperwater van een van de grote rivieren, bij hoog water van het IJsselmeer of bij een combinatie daarvan.

COHESIE

Wederzijdse aantrekking tussen de fijne gronddeeltjes van sommige grondsoorten, waardoor deze bij elkaar worden gehouden tot een vaste massa zonder externe krachten.

CONSOLIDATIE

Het uitpersen van water uit de poriën van het korrelskelet van slecht doorlatende samendrukbare grond onder invloed van belastingverhoging ten gevolge waarvan een volumeverkleining zal optreden.

CONSOLIDATIECOEFFICIENT

Een bij benadering constante grootheid, die bepalend is voor het verloop van het consolidatieproces; de grootte ervan wordt bepaald door doorlatendheid en samendrukbaarheid van de grond en het volumegewicht van het water.

DIJKRINGGEBIED

Een gebied dat door een stelsel van waterkeringen beveiligd moet zijn tegen overstroming, in het bijzonder bij hoge stormvloed, bij hoog opperwater van een van de grote rivieren, bij hoog water van het IJsselmeer of bij een combinatie daarvan.

Dit keringstelsel bestaat uit primaire keringen en hoge gronden.

DIJTAFELHOOGTE

De minimaal vereiste kruinhoogte.

FALEN

Het niet (meer) voldoen aan vastgestelde functionele criteria.

GRENSPROFIEL

Het profiel, dat na duinafslag tijdens ontwerpomstandigheden nog minimaal als waterkering aanwezig dient te zijn.

HOGE GRONDEN

Deze zijn op de dijkkringgebiedenkaart aangegeven als de NAP + 1 m lijn bij bedreiging vanaf het IJsselmeer, de NAP + 2 m lijn bij bedreiging vanaf zee of, indien hoger langs de rivieren, als de hoogtelijn overeenkomend met de maatgevende hoogwaterstand (MHW).

HOOGWATERSTIJGING

Relatieve stijging van de gemiddelde hoogwaterstand (inclusief de NAP-daling).

HYDRODYNAMISCHE PERIODE

De tijd, die nodig is om, vanaf het aanbrengen van een belasting, de wateroverspanning te laten afnemen tot deze (vrijwel) geheel is verdwenen.

INUNDATIE

Het via een waterkering binnendringen van water in een dijkkring in een zodanige hoeveelheid dat het gebied de functie(s) waarvoor het is ingericht niet meer kan vervullen.

INUNDATIENORM

Een veiligheidsnorm aangegeven als de gemiddelde kans (per jaar) op een overstroming door het bezwijken van een primaire waterkering.

INVLOEDSZONE

De tot de waterkering behorende gronden, die daadwerkelijk bijdragen aan het waarborgen van de stabiliteit, zowel aan de binnen- als aan de buitenzijde van de waterkering.

KEUR

Verordening met strafbepaling van een waterschap.

KEURGEBIED

Gebied waarop de keur van toepassing is.

KRITIEKE DICHTHEID

De grenswaarde van de dichtheid van zand tussen losse- en vaste pakking.

KWEL

Het uittreden van grondwater onder invloed van grotere stijghoogte buiten het beschouwde gebied.

LEGGER

Documentatie, waarin is omschreven waaraan de primaire waterkering moet voldoen naar richting, vorm, afmeting en constructie, en waarin de juridische (keur)begrenzingsen worden weergegeven.

LUTUM

Korrelfractie bestaande uit minerale deeltjes kleiner dan 0,002 mm.

MAATGEVENDE HOOGWATERSTAND (MHW xxxx, waarin xxxx is het jaar van vaststelling)

Ontwerppeil/maatgevende hoogwaterstand, behorende bij de in de Wet op de waterkering gegeven gebiedsfrequentie; deze waterstand is opgenomen in het randvoorwaardenboek.

MEERDIJK

Een primaire waterkering, gelegen langs in het algemeen grote wateren, anders dan rivieren, zonder getijdewerking.

NAP-DALING

De daling van het NAP-vlak als gevolg van onderlinge bewegingen in de aardkorst. Wegens het ontbreken van een meetbaar referentiepunt (middelpunt van de aarde) is deze daling niet te kwantificeren en kan alleen in combinatie met de zeespiegelstijging gekwantificeerd worden.

NORMAAL ONDERHOUD

De beheerder zorgt door het tijdig uitvoeren van vast en variabel onderhoud, dat het kwaliteitsniveau van de onderdelen van de kering boven het vastgestelde minimum blijft.

ONTWERPPEIL

Soms gebruikt als synoniem voor MHW (minder eenduidige term; aanbevolen wordt uitsluitend MHW te gebruiken).

OVERBELASTING

Overbelasting treedt op als het geldende overslagcriterium wordt overschreden.

OVERHOOGTE

De extra aan te brengen hoeveelheid grond, met als doel om na zetting van de ondergrond en de klink van het dijklichaam het gewenste profiel te bereiken.

OVERSTROMING

Inundatie.

OVERZICHTSKAART

Documentatie, waarop de ligging van de primaire waterkering staat aangegeven.

PLASTICITEITSINDEX

Verschil in vochtgehalte van cohesieve grond tussen de vloeigrens (overgang van vloeibare in plastische toestand) en de uitrolgrens (overgang van plastische in halfvaste toestand).

PORIENGEHALTE

Het percentage van het volume van de grond, dat door poriën wordt ingenomen.

PRIMAIRE WATERKERING

Een waterkering, die beveiliging biedt tegen overstroming doordat deze ofwel behoort tot het stelsel dat een dijkkringgebied - al dan niet met hoge gronden - omsluit, ofwel vóór een dijkkringgebied is gelegen.

PROFIEL VAN VRIJE RUIMTE

Vrij te houden ruimte voor het blijvend kunnen realiseren van de waterkerende functie van een kering.

SCHEIDINGSDIJK

Primaire waterkering, die niet bestemd is tot directe kering van het buitenwater en niet langs oppervlaktewater is gelegen, maar deel uitmaakt van een dijkkringgebied als gemeenschappelijke scheiding tussen twee aangrenzende dijkkringgebieden.

SEICHE

Resonantieverschijnsel in bekkens (o.a. havens) ten gevolge van laag frequente variaties van de buitenwaterstand. Verschijnsel wordt ook wel havenslingering genoemd.

VERWEKING

Verlies aan samenhang van het korrelskelet als gevolg van toename van de waterspanning (in de poriën).

WAAKHOOGTE

De actuele hoogte van een kruin van een waterkering boven een optredende waterstand of het ontwerppeil.

WATERKERINGEN

Kunstmatige hoogten en die (gedeelten van) natuurlijke hoogten of hooggelegen gronden, met inbegrip van daarin of daaraan aangebrachte werken, die een waterkerende of mede een waterkerende functie hebben, en die als zodanig in de legger zijn aangegeven.

WATERSpanNING

De druk in het poriënwater.

WATERSTANDSNORM

De wettelijke veiligheidsnorm aangegeven als gemiddelde overschrijdingskans - per jaar - van de hoogste hoogwaterstand waarop de tot directe kering van het buitenwater bestemde primaire waterkering moet zijn berekend, mede gelet op overige het waterkerend vermogen bepalende factoren.

ZEEDIJK

Een primaire waterkering van de categorie 1, die zout water keert.

ZEESPIEGELSTIJGING

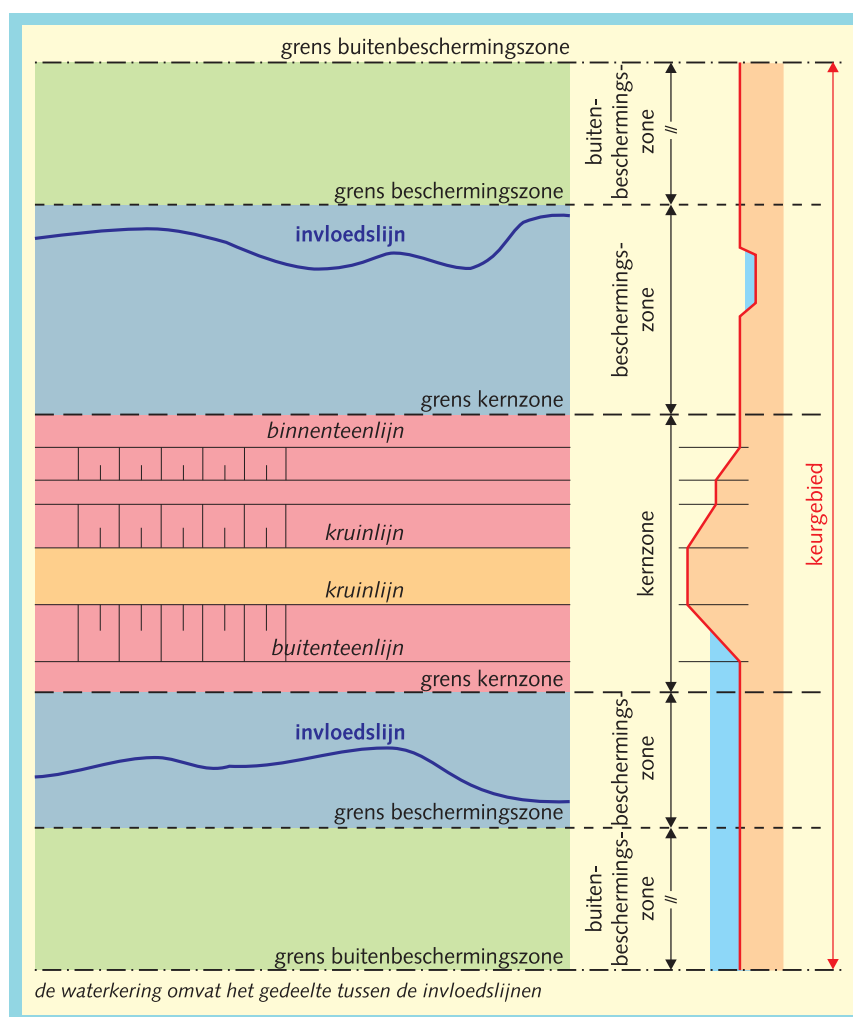
Mondiale stijging van het gemiddeld zeeniveau. De lokale zeespiegelstijging is inbegrepen in de hoogwaterstijging.

ZETTING

Volumeverkleining van grond, hoofdzakelijk ten gevolge van een bovenbelasting, de eigen massa en/of uittreden van water.

ZETTINGSVLOEIING

Een verzadigde zandmassa gedraagt zich als een vloeistof als gevolg van het wegvallen van de korrelspanning.



Figuur 1 Benamingen van karakteristieke punten van het dwarsprofiel van een dijk, zoals gebruikt in de keur

BIJLAGE II

SYMBOLLEN

<i>Symbol</i>	<i>Dimensie</i>	<i>Omschrijving</i>
GHW	m	Gemiddeld hoogwater
h	m	Waterdiepte ter plaatse van de teen van de dijk
h_A	m	Hoogte afslagzone duin
h_c	m	Kruinhoogte boven stilwaterlijn
h_0	m	Hoogte afslagzone duin tot snijpunt met harde constructie
H_s	m	Significante golfhoogte aan de teen van de dijk (wordt door 13,6% van de golven overschreden)
MHW xxxx	m	Maatgevend hoog water, zoals vastgesteld in het jaar xxxx
q	$m^3/m/s$	Overslagdebiet per m
q_t	$m^3/m/s$	Toelaatbaar overslagdebiet per m

BIJLAGE III VORMGEVING

INHOUD

Inleiding 106

Beleidskader 106

Checklist voor startnotitie en projectnota/MER 107

INLEIDING

■ Deze bijlage sluit aan bij hoofdstuk 4 van de leidraad. Hoofdstuk 2 schetst het bovenliggend beleidskader. In hoofdstuk 3 is een checklist gegeven voor het opstellen van de startnotitie en de projectnota/MER.

BELEIDSKADER

De aanwezigheid van een bovenliggend beleidskader bevordert een snelle en juist afgestemde uitvoering van activiteiten binnen de waterkeringszorg.

Een voorbeeld hiervan is het Gelders Rivierdijkenplan (GRIP), een beleidsplan dat de provincie gebruikt bij het toetsen van dijkverbeteringsplannen en de financiering van dijkverbetering en -beheer.

Met het GRIP beoogt de provincie met de instandhouding resp. de vergroting van de veiligheid tegelijkertijd de kwaliteit van het rivierengebied te behouden en te versterken. Het stuurmiddel is het proces van planvorming. Dat proces bestaat uit de koppeling van het dijkversterkingsplan aan de m.e.r.-procedure, en aan wijzigingen in het gemeentelijk bestemmingsplan per traject van 10 tot 30 km, af te ronden in 25 tot 35 maanden.

De provincie heeft gekozen voor een open planproces waartoe de beheerder aan het begin een adviesgroep instelt, die alle belangen vertegenwoordigt.

De provincie ziet er op toe, dat een visie wordt ontwikkeld op de kwaliteit van landschap, natuur en cultureel erfgoed op en om de dijk.

De plannen moeten erop gericht zijn deze waarden te ontzien of te versterken. De provincie draagt bij aan de visie door per traject aan te geven wat daarvoor de karakteristiek is en in welke richting de ontwikkelingen moeten gaan ('koersen'). De koersen beogen door het per traject benoemen van waarden en karakteristieken van landschap, natuur en cultureel erfgoed, deze herkenbaar en afleesbaar te houden. Voorbeelden van zulke waarden zijn schrale graslanden met stroomdalflora, strangen en wielen, de morfologie van de dijk, de occupatiepatronen, de samenhang tussen oeverwal en dijktracé, contrast tussen binnendijks en buitendijks.

Door integratie van deze benoemde waarden heeft de provincie de dijktrajecten toebedeeld aan een koers. Voorbeelden zijn: rivierdijklandschap van grote tot zeer grote cultuurwaarde, mozaïek met hoge LEC (= LNC) waarde. Ook andere maatschappelijke functies zijn daarin opgenomen, bijvoorbeeld agrarisch gebied of fietsverbinding. Vervolgens worden per riviertak en per traject nog de elementen en aspecten benoemd die in het plan specifieke aandacht moeten krijgen. Dat kan het tracé en profiel van de dijk zelf zijn, de bewoning alleen op of juist ook buiten de dijk, een karakteristiek stadsfront of de aanwezigheid van een groot natuurontwikkelingsproject.

Doordat het GRIP het totale rivierengebied van de provincie overziet, krijgen plannenmakers per traject aangereikt welke waarden aan dat traject worden toegekend gezien vanuit de nationale of regionale schaal. Daardoor kan de verdere benoeming van waarden en functies zich, met behulp van de adviesgroep, toespitsen op de aanvullingen die gewenst worden vanuit de lokale schaal. Naast bron van kennis is het GRIP ook een beleidskader waaraan het uiteindelijk te kiezen plan wordt getoetst. Vanaf het begin kan daarmee rekening worden gehouden.

CHECKLIST VOOR STARTNOTITIE EN PROJECTNOTA/MER

In *grondslagen* wordt in de hoofdstukken 5 en 8 en in bijlage V uitgebreid ingegaan op de milieu-aspecten van waterkeringen en de m.e.r.-procedure. Ten behoeve van het ontwerp van een zee- of meerdijk wordt voor de volledigheid in deze bijlage kort ingegaan op de rol van de visie op de dijkverbetering en worden checklists gegeven voor de Startnotitie (wanneer en hoe) en de Projectnota/MER.

■ Visie

Het inpassen van een ontwerpplan op een hoger schaalniveau dan dat van een dijkvak is van groot belang voor de continuïteit en samenhang. Om de ruimtelijke kenmerken te benoemen waarmee rekening moet worden gehouden is het aan te bevelen voor een strekking van tientallen kilometers een visie te ontwikkelen. Daarin worden naast de veiligheidsfunctie ook de overige waarden en functies verwerkt die door het nationale en provinciale beleid zijn toegekend aan een riviertak of regio. De visie typeert de huidige en de gewenste ruimtelijke kwaliteit van de

waterkering in samenhang met zijn omgeving. De visie heeft vooral als doel de waterkering te plaatsen in het ruimtelijk samenhangend geheel van waarden (landschap, natuur, cultuur erfgoed) en belangen (landbouw, recreatie etc.). In de visie op de dijkverbetering worden naast de veiligheidseisen de ruimtelijke en functionele hoofdstructuur, de ruimtelijke, ecologische en cultuurhistorische kwaliteiten en het beleid en plannen die betrekking hebben op het studiegebied, voor zowel de waterkering als het invloedsgebied, in beeld gebracht. Tevens worden de knelpunten aangewezen. Dat zijn de situaties waar de benoemde waarden en belangen door de dijkverbetering aangetast dreigen te worden. De visie is de essentie van de startnotitie.

■ *M.e.r.-plicht of m.e.r.-beoordelingsplicht*

Per 7 juli 1999 is de wijziging van het Nederlandse Besluit m.e.r. 1994 in werking getreden. Met deze wijziging is de Europese richtlijn 97/11/EG betreffende milieu-effectbeoordeling uitgevoerd. Niet alleen de omvang van het werk (het overschrijden van de in het besluit genoemde drempels), maar de omvang van de milieu-effecten is mede bepalend voor de m.e.r.-plichtigheid. Als bij verbeteringswerken de drempels niet worden overschreden en er is geen sprake van aanzienlijke milieu-effecten, dan kan worden volstaan met een milieu-inventarisatie en -beoordeling en hoeft er bij de verbeteringsplannen geen MER te worden gemaakt. In de verbeteringsplannen moet duidelijk worden gemaakt, dat aan de genoemde voorwaarden wordt voldaan en dat de aanbevelingen uit de milieu-inventarisatie worden opgevolgd ten aanzien van (bijvoorbeeld):

- te kiezen constructie-alternatieven
- mogelijk hergebruik van vrijkomende oude dijkbekledingsmaterialen
- verstoring van de woonomgeving
- verstoring broedgebieden
- landschap
- verstoring hoogwatervluchtplaatsen
- e.a.

Worden de drempels overschreden of is er sprake van aanzienlijke milieu-effecten, dan volgt het opstellen van een MER, te beginnen met de startnotitie.

■ *Startnotitie*

De startnotitie markeert het formele begin van de m.e.r.-procedure. De startnotitie moet de volgende elementen bevatten:

1. beschrijving van het probleem dat moet worden opgelost en het doel dat wordt beoogd;
2. omschrijving van het besluit ten behoeve waarvan de Projectnota/MER wordt opgesteld en een overzicht van relevante eerder genomen besluiten;
3. benoeming van essentiële kenmerken en waarden van de huidige situatie, autonome ontwikkelingen en potentie voor ontwikkelingen;
4. de wettelijk gestelde eisen voor dijkverbetering en de waterstaatkundige tekortkomingen;
5. benoeming van knelpunten in de gevolgen voor het milieu, maar ook voor een aantal andere aspecten (verkeer, landbouw, recreatie, kosten);
6. keuze van de te beschrijven alternatieven;
7. korte beschrijving van het te verrichten onderzoek in het kader van de Projectnota/MER en de inhoud van de nota.

■ *Projectnota/MER*

De Projectnota/MER bevat een uitwerking van de alternatieven met een beschrijving van de effecten. De Projectnota/MER moet de volgende onderdelen bevatten:

1. uitwerking van de visie op dijkverbetering;
2. beschrijving huidige situatie, autonome en potentiële ontwikkeling;
3. nadere keuze van de mee te nemen alternatieven;
4. beschrijving beleidskader;
5. vergelijking van alternatieven;
6. benoemen van mitigerende (gericht op verzachten van effecten van dijkverbetering) en compenserende (compensatie rivierbedverkleining en verloren gegane LNC-waarden) maatregelen;
7. uitwerking in een principe-ontwerp (inclusief globale kosten);
8. vaststelling meest milieuvriendelijke alternatief (MMA) en keuze van het voorkeursalternatief (VA).

Als de punten 1 tot en met 4 volgens het advies van de Commissie m.e.r. in de startnotitie voldoende zijn uitgewerkt, kunnen die geheel uit de startnotitie worden overgenomen.

BIJLAGE IV

COMPENSATIEBEGINSEL

Als verlies van natuurgebied niet kan worden voorkomen bij de aanleg of verbetering van een waterkering kan de ontstane schade worden gecompenseerd met de gelijktijdige aanleg van nieuwe stukjes natuurgebied. Bij een waterkering in of langs de Ecologische Hoofdstructuur is het compensatiebeginsel van kracht.

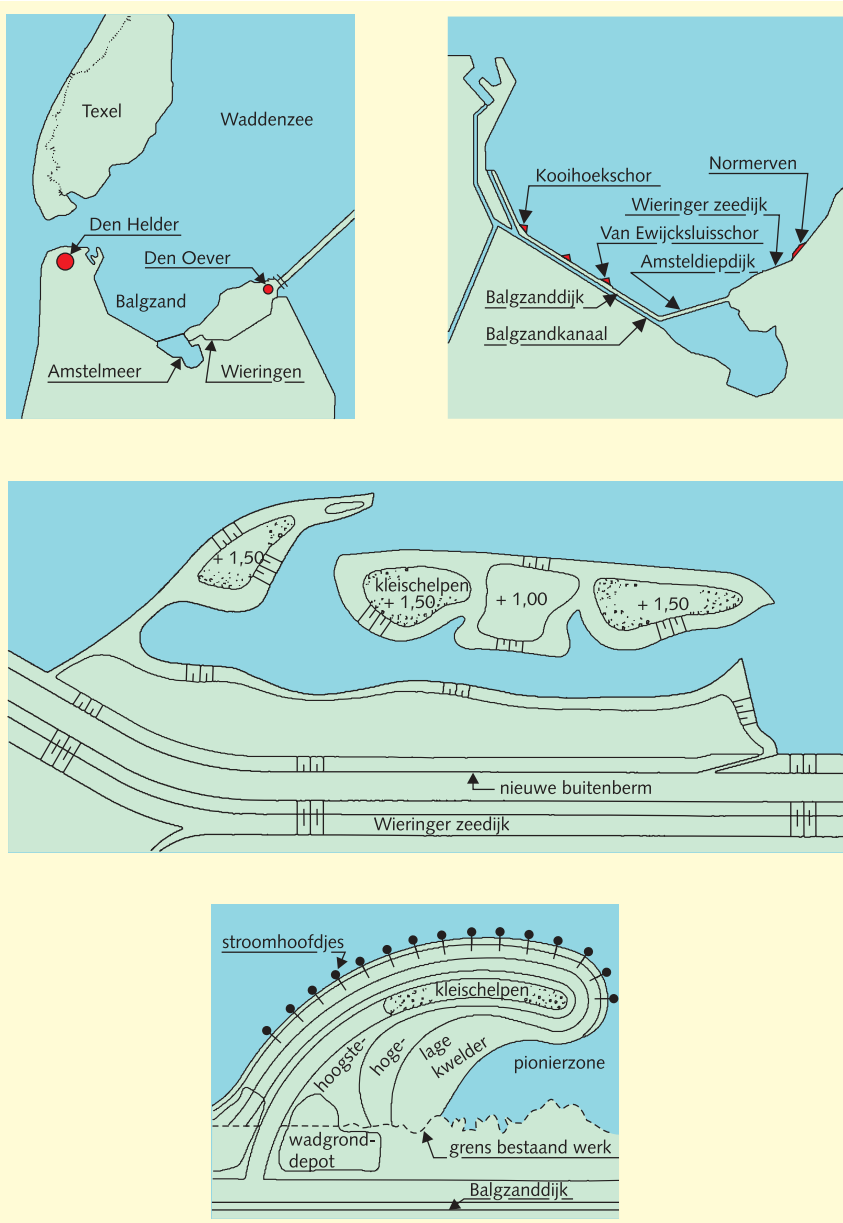
Als voorbeeld van de toepassing van het compensatiebeginsel kan de Deltaversterking dienen die eind jaren tachtig heeft plaatsgevonden in de kop van Noord-Holland [23]. Door de toenmalige beheerder, Rijkswaterstaat, Directie Noord-Holland, zijn onder andere de Balgzanddijk en de Wieringer Zeedijk (figuur 1a en 1b) versterkt.

Bij de versterking van de genoemde Waddenzeedijken moest, om de verhoging zoveel mogelijk te beperken, gebruik worden gemaakt van flauwe buitentaluds en een buitenberm. Na afweging van de verschillende alternatieven viel de keuze op een buitenwaartse verzwarende, dus richting Wad, waardoor vele hectaren schorren en buitendijkse polder-tjes verloren zouden gaan. Deze schorgronden zijn echter van grote betekenis voor de talrijke wadvogels.

De schade, die ontstond door het verlies van schorgronden, werd zo goed mogelijk gecompenseerd door rekening te houden met de natuurwaarden van de buitendijkse gebieden en door de aanleg van een nieuw kunstmatig schor en enkele eilandjes. Voorbeelden zijn het Normerven langs Wieringen (figuur 2) en de Van Ewijcksluisschor langs de Balgzanddijk (figuur 3).

Het Normerven is een kweldergebied op het wad, dat in de vorige eeuw is ingedijkt met lage kaden. Bij de dijkverhogingen in het kader van de Zuiderzeewerken werd het poldertje gebruikt voor kleiwinning. Ten tijde van de start van de Deltaverzwarende werden buitendijks nog wat kaden en enkele net boven hoog water uitstekende zandgronden aangetroffen. Met gebaggerde grond en opgespoten zand werd het Normerven gereconstrueerd en ingericht als broedplaats en hoogwater-vluchtplaats voor broedvogels. Op enkele eilandjes zijn kleischelpen aangebracht, terwijl de begroeiing aan de natuur werd overgelaten. Langs de Balgzanddijk werd een nieuw kunstmatig schor gemaakt: het Van Ewijcksluisschor. Dit nieuwe schor moest een eilandachtig karakter hebben, een soort schoorwal, op 200 à 250 m afstand van de dijk, maar er nog wel mee verbonden zijn. Zo moesten er verschillende zones worden gecreëerd voor zoute plantenvegetatie, respectievelijk oplo-

pend van wad naar pionierszone en van lage kwelder naar hoogste kwelder. Op het hoogste gedeelte, één meter boven hoogwater, werden kleischelpen aangebracht om sterke begroeiing tegen te gaan. Om afslag door golfaanval te voorkomen werd een verdediging aangebracht in de vorm van een aantal rijshoutdammen.



BIJLAGE V

TOTSTANDKOMING LEIDRAAD ZEE- EN MEERDIJKEN

De Leidraad Zee- en Meerdijken legt de bestaande kennis vast voor de waterkeringen langs Noord- en Waddenzee, estuaria en grote meren, benevens die van tweede waterkeringen.

Het besluit tot instelling van de projectgroep D2 voor het samenstellen van deze leidraad werd door werkgroep D van de Technische Adviescommissie voor de Waterkeringen genomen tijdens de vergadering van 1 mei 1991. De werkzaamheden zijn gestart op 23 september 1991.

Ten tijde van het gereedkomen van de leidraad was de projectgroep als volgt samengesteld:

ir. L. van Asperen <i>TAW-coördinator</i>	Rijkswaterstaat, Dienst Weg- en Waterbouwkunde
ir. P. van den Berg <i>voorzitter vanaf 1993</i>	Hoogheemraadschap van Rijnland; tot 1993 Hoogheemraadschap van Schieland
ing. J. Dekker ing. P.J. Eversdijk ir. D.T. van Gulik ir. E. van Hijum <i>secretaris/eindredactie leidraad</i>	Geo Delft Bouwdienst van de Rijkswaterstaat Voorheen Provincie Gelderland; corresponderend lid Infram b.v.
ing. K.R. Klaassens dhr. T. Kramer ing. J.W. Langenberg dr.ir. J.W. van der Meer	Provincie Groningen Zeeuwsche Milieufederatie Wetterskip Fryslân Infram b.v.; tot 1997 Waterloopkundig Laboratorium
ing. A. Provoost ir. H.J. Verhagen	Waterschap Zeeuws Vlaanderen I.H.E.

Oud-leden van de projectgroep zijn:

ir. R.E. Jorissen <i>TAW-coördinator</i>	Rijkswaterstaat, Dienst Weg- en Waterbouwkunde
ir. M.C. Nieuwjaar	Rijkswaterstaat, Dienst Weg- en Waterbouwkunde
ing. L.A. Philipse <i>plaatsvervangend voorzitter tot 1993</i>	Wetterskip Fryslân
ing. A. Roos	Voorheen Rijkswaterstaat Directie Noord-Holland
ir. P. Struik <i>TAW-coördinator voorzitter tot 1993</i>	Rijkswaterstaat, Dienst Weg- en Waterbouwkunde

REFERENTIES

1. WET OP DE WATERKERING (Wwk)
(Algemene regels ter verzekering van de beveiliging door waterkeringen tegen overstromingen door het buitenwater en regeling van enkele daarmee verband houdende aangelegenheden)
Staatsblad 1996, 8
SDU, Den Haag, 1996
+
Rijkswaterstaat, Dienst Weg- en Waterbouwkunde,
Dijkkringgebieden
Toelichting op de bijlagen I en II bij de Wet op de waterkering
Delft, 1996
2. TAW
Grondslagen voor Waterkeren
Rijkswaterstaat, Dienst Weg- en Waterbouwkunde, Delft 1998
3. TAW
Leidraad Toetsen op Veiligheid
Rijkswaterstaat, Dienst Weg- en Waterbouwkunde, Delft 1999
4. TAW
Leidraad Waterkerende kunstwerken en bijzondere constructies
(groene versie)
+
Basisrapport (groene versie)
Rijkswaterstaat, Dienst Weg- en Waterbouwkunde, 1996
5. TAW
Leidraad voor het ontwerpen van rivierdijken; deel 1 - bovenrivierengebied
SDU, Den Haag, 1985
+
Leidraad voor het ontwerpen van rivierdijken; deel 2- benedenrivierengebied
Uitgeverij Waltman, Delft, 1989
6. TAW
Handreiking Constructief Ontwerpen
Rijkswaterstaat, Dienst Weg- en Waterbouwkunde, april 1994

-
7. TAW, VNC, VBW-ASFALT
Leidraad keuzemethodiek dijk- en oeverbekledingen
Rijkswaterstaat, Dienst Weg- en Waterbouwkunde, Delft 1988
 8. TAW
Leidraad Zandige Kust (groene versie)
+
Basisrapport Zandige Kust (groene versie)
Rijkswaterstaat, Dienst Weg- en Waterbouwkunde, Delft 1995
 9. TAW
Technisch Rapport Golfoploop en golfoverslag bij dijken
Rijkswaterstaat, Dienst Weg- en Waterbouwkunde, Delft 2000
 10. TAW
Technisch Rapport Erosiebestendigheid van grasland als dijkbekleding
Rijkswaterstaat, Dienst Weg- en Waterbouwkunde, Delft 1998
 11. TAW
Technisch Rapport Zandmeevoerende wellen
Rijkswaterstaat, Dienst Weg- en Waterbouwkunde, Delft 1999
 12. TAW
Technisch Rapport Waterkerende Grondconstructies
Rijkswaterstaat, Dienst Weg- en Waterbouwkunde, Delft 2000
 13. Ministerie van V&W
Directoraat-Generaal Rijkswaterstaat
Technische Commissie Randvoorwaarden
Hydraulische randvoorwaarden voor primaire waterkeringen voor de periode 1995-2000.
Dienst Weg- en Waterbouwkunde, Delft, 1996
 14. Ministerie van V&W
Directoraat-Generaal Rijkswaterstaat
Hoofdkantoor van de Waterstaat
Beheersplan voor de Rijkswateren
Programma voor het beheer in de periode 1997 tot en met 2000
SDU, Den Haag, 1998

15. Rijkswaterstaat, Dienst Weg- en Waterbouwkunde
Afwegingsmethodiek renovatie-alternatieven blokkenbekledingen
Zeeland
Delft, (Concept), 1996
16. Rijkswaterstaat, Dienst Weg- en Waterbouwkunde
Windmolens langs autosnelwegen en op de waterkeringen
Houtribdijk en Afsluitdijk
Nota W-DWW-93-264
Delft, 1993
17. Rijkswaterstaat, Rijksinstituut voor Kust en Zee
Zomerrandvoorwaarden
Nota RIKZ-IT.95.180X
Den Haag, 1998
18. Rijkswaterstaat, Rijksinstituut voor Kust en Zee
Natuurvriendelijke waterkeringen langs de Westerschelde
Handreiking voor integraal beheer
Nota RIKZ-95.054, Middelburg, 1995
+
Natuurvriendelijke waterkeringen langs de Oosterschelde
Handreiking voor integraal beheer
Nota RIKZ-95.006, Middelburg, 1995
19. CUR
Rijkswaterstaat, Dienst Weg- en Waterbouwkunde
Handboek voor Natuurvriendelijke Oevers
+
Oeverbeschermingsmaterialen
Publikatie 200 t/m 205, Gouda, 1999
20. CUR
Methode voor de periodieke sterktebeoordeling van dijken
CUR-Rapport 91-3, met bijlagen, Gouda, 1991
21. CROW
Standaard RAW Bepalingen 1995
Ede, 1995

-
22. Waterloopkundig Laboratorium
Golfoverslag en krachten op verticale waterkeringsconstructies
Rapport H2014 in opdracht van Rijkswaterstaat, Dienst Weg- en
Waterbouwkunde
Delft, 1998
+
MAST III / PROVERBS
Probabilistic Design Tools for Vertical Breakwaters
MAS3-CT95-0041 Final Report Volume I
Balkema, Rotterdam, 1999
23. Driemaandelijks bericht van de Deltawerken
Nummer 122, november 1987

PROGRAMMATUUR

P3. DUROSTA

P4. HYDRA_M

Informatie over deze programma's is te verkrijgen bij de Dienst Weg- en Waterbouwkunde van de Rijkswaterstaat te Delft, telefoon 015-2518450.

De Technische Adviescommissie voor de Waterkeringen (TAW) werd door de Minister van Verkeer en Waterstaat ingesteld.

De commissie adviseert de Minister omtrent alle technisch-wetenschappelijke aspecten die van belang kunnen zijn voor een doelmatige constructie en het onderhoud van waterkeringen, dan wel voor de veiligheid van door waterkeringen beschermde gebieden.

Met vragen omtrent het werk van de TAW kan men zich wenden tot het werkorgaan van de commissie, ondergebracht bij de Dienst Weg- en Waterbouwkunde (DWW) van de Rijkswaterstaat.

Postbus 5044,
2600 GA Delft,
Tel. (015) 251 84 36
Fax (015) 251 85 68

