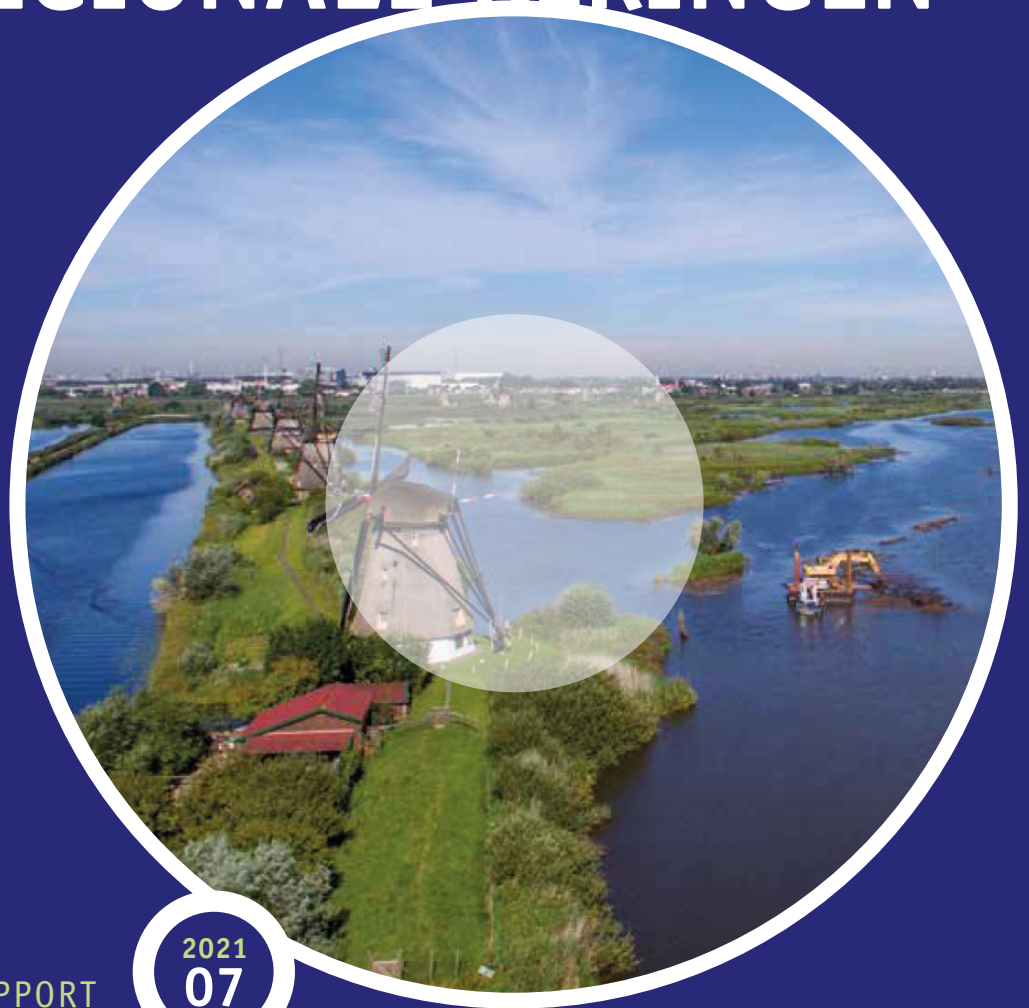


OVERSCHRIJDINGSKANS OVERSTROMINGSKANS REGIONALE KERINGEN



RAPPORT

2021
07

OVERSCHRIJDINGSKANS OVERSTROMINGSKANS
REGIONALE KERINGEN
TECHNISCHE VERGELIJKING TUSSEN DE
OVERSCHRIJDINGSKANS EN OVERSTROMINGSKANS

RAPPORT

2021

07

ISBN 978.90.5773.918.7



stowa@stowa.nl www.stowa.nl

TEL 033 460 32 00

Stationsplein 89 3818 LE Amersfoort

POSTBUS 2180 3800 CD AMERSFOORT

Publicaties van de STOWA kunt u bestellen op www.stowa.nl

COLOFON

UITGAVE Stichting Toegepast Onderzoek Waterbeheer
Postbus 2180
3800 CD Amersfoort

AUTEUR Bob Maaskant

DRUK Kruyt Grafisch Adviesbureau
STOWA STOWA 2021-07
ISBN 978.90.5773.918.7

Copyright Teksten en figuren uit dit rapport mogen alleen worden overgenomen met bronvermelding.
Disclaimer Deze uitgave is met de grootst mogelijke zorg samengesteld. Niettemin aanvaarden de auteurs en de uitgever geen enkele aansprakelijkheid voor mogelijke onjuistheden of eventuele gevolgen door toepassing van de inhoud van dit rapport.

TEN GELEIDE

VEILIGHEID REGIONALE KEREN: OVERSCHRIJDINGSKANS OF TOCH DE OVERSTROMINGSKANS?

Uit dit onderzoek naar argumenten voor een passende veiligheidsbenadering voor regionale keringen komen geen argumenten naar voren die een expliciete keuze voor een overstap naar de systematiek voor de primaire keringen vereisen. Wel is duidelijk dat de doelmatigheid van de normering van de regionale keringen kan worden verbeterd. Enkele mogelijkheden daartoe zijn benoemd. Deze worden nader verkend in case studies voor onder andere de Alblasserwaard en Heerhugowaard

De huidige veiligheidsnormen voor de regionale keringen zijn twintig jaar geleden ontwikkeld en gebaseerd op een overschrijdingskans: de kans dat een maximale waterstand die een dijk moet keren, wordt overschreden. De hoofdvraag binnen het ontwikkelingsprogramma regionale keringen (ORK-IV) is of deze normeringssystematiek moet worden aangepast zodat de regionale keringen doelmatiger, pragmatischer en beter uitlegbaar bescherming kunnen geven.

In dit onderzoek is de mogelijkheid bekeken om de normsystematiek van de regionale keringen beter te laten aansluiten op de systematiek van de primaire keringen. Bij de primaire keringen wordt gewerkt met een overstromingskans oftewel de kans op een overstroming van het gebied doordat de kering faalt. De overschrijdingskans daarentegen geeft de kans aan dat een maatgevende waterstand, die de dijk nog veilig moet kunnen keren, wordt overschreden.

Er zijn verschillende voordelen te benoemen die het meer centraal zetten van de overstromingskans rechtvaardigen. Het vergroot de doelmatigheid dankzij de extra mogelijkheden om lokaal te optimaliseren en bijvoorbeeld bewezen sterkte mee te nemen. Ook kan een kosten-batenanalyse een directere rol spelen in de afwegingen tot versterken. Een bijkomend voordeel is dat aangesloten wordt bij de aanpak van de primaire keringen en de kansen op wateroverlast vanuit de NBW normering.

Ook binnen de overschrijdingskansbenadering kan de kans op een overstroming centraal worden gesteld. Hiervoor zijn echter enkele aanpassingen van de huidige benadering nodig, aanpassingen die de methodiek goed kunnen laten aansluiten bij het specifieke karakter van zowel de regionale keringen als de regionale watersystemen.

Om in vervolg op deze studie te komen tot een onderbouwde keuze zijn een aantal handelingsperspectieven geschetst om de afweging tussen de overstromingskans en de overschrijdingskans beter te onderbouwen en de effecten van die keuze inzichtelijk te maken. Hiervoor zijn een aantal vragen gedefinieerd. Zo is het belangrijk om met elkaar duidelijk te maken wat het doel is van de norm voor de regionale keringen. Maar ook is het nodig om de relatie tussen de overstromingskans en overschrijdingskans beter te onderbouwen.

Tot slot is het van belang te verkennen hoe eisen vanuit beheer en onderhoud en overige (gebruiks-) functies zich verhouden tot de eisen vanuit de waterveiligheid. Dit geldt speciaal voor keringen met een lagere norm, waar eisen aan optredende vervormingen of het optreden van wateroverlast uit oogpunt van beheer en onderhoud strenger zouden kunnen zijn dan de eisen om te voldoen aan de norm.

DE STOWA IN HET KORT

STOWA is het kenniscentrum van de regionale waterbeheerders (veelal de waterschappen) in Nederland. STOWA ontwikkelt, vergaart, verspreidt en implementeert toegepaste kennis die de waterbeheerders nodig hebben om de opgaven waar zij in hun werk voor staan, goed uit te voeren. Deze kennis kan liggen op toegepast technisch, natuurwetenschappelijk, bestuurlijk-juridisch of sociaalwetenschappelijk gebied.

STOWA werkt in hoge mate vraaggestuurd. We inventariseren nauwgezet welke kennisvragen waterschappen hebben en zetten die vragen uit bij de juiste kennisleveranciers. Het initiatief daarvoor ligt veelal bij de kennisvragende waterbeheerders, maar soms ook bij kennisinstellingen en het bedrijfsleven. Dit tweerichtingsverkeer stimuleert vernieuwing en innovatie.

Vraaggestuurd werken betekent ook dat we zelf voortdurend op zoek zijn naar de 'kennisvragen van morgen' – de vragen die we graag op de agenda zetten nog voordat iemand ze gesteld heeft – om optimaal voorbereid te zijn op de toekomst.

STOWA ontzorgt de waterbeheerders. Wij nemen de aanbesteding en begeleiding van de gezamenlijke kennisprojecten op ons. Wij zorgen ervoor dat waterbeheerders verbonden blijven met deze projecten en er ook 'eigenaar' van zijn. Dit om te waarborgen dat de juiste kennisvragen worden beantwoord. De projecten worden begeleid door commissies waar regionale waterbeheerders zelf deel van uitmaken. De grote onderzoeklijnen worden per werkveld uitgezet en verantwoord door speciale programmacommissies. Ook hierin hebben de regionale waterbeheerders zitting.

STOWA verbindt niet alleen kennisvragers en kennisleveranciers, maar ook de regionale waterbeheerders onderling. Door de samenwerking van de waterbeheerders binnen STOWA zijn zij samen verantwoordelijk voor de programmering, zetten zij gezamenlijk de koers uit, worden meerdere waterschappen bij één en het zelfde onderzoek betrokken en komen de resultaten sneller ten goede aan alle waterschappen.

De grondbeginselen van STOWA zijn verwoord in onze missie:

Het samen met regionale waterbeheerders definiëren van hun kennisbehoeften op het gebied van het waterbeheer en het voor én met deze beheerders (laten) ontwikkelen, bijeenbrengen, beschikbaar maken, delen, verankeren en implementeren van de benodigde kennis.

OVERSCHRIJDINGSKANS OVERSTROMINGSKANS REGIONALE KERINGEN

TECHNISCHE VERGELIJKING TUSSEN DE OVERSCHRIJDINGSKANS EN OVERSTROMINGSKANS

INHOUD

	TEN GELEIDE DE STOWA IN HET KORT	
1	INLEIDING	1
1.1	Doel	1
2	NORMEREN	2
2.1	Achtergrond	2
2.2	Doel van normeren	2
2.3	Varianten voor normeren	3
3	OVERSCHRIJDINGSKANS VS. OVERSTROMINGSKANS	4
3.1	Definitie	4
3.2	Relatie overstromingskans en overschrijdingskans	4
3.3	Lengte effect	7
3.4	Faaldefinities	7
3.5	Modellen en methoden	9
3.6	Relatie met beheer	9
3.7	Aansluiting huidige werkwijze	10
4	NUT EN NOODZAAK VAN DE OVERSTROMINGSKANS	11
5	HANDELINGSPERSPECTIEF	12

1

INLEIDING

Regionale waterkeringen zijn niet-primaire waterkeringen die zijn opgenomen in de legger/keur van het Waterschap en Rijk en/of is aangewezen op basis van een provinciale verordening. Er zijn verschillende typen regionale keringen te onderscheiden, boezemkaden (en polderkaden); Keringen langs regionale rivieren, langs kanalen en wateropslagbekkens; Compartimen-teringsdijken, secundaire dijken, slaperdijken en landscheidingen; Voorlandkeringen en zomerkades. Elk van deze type heeft zijn eigen functie en belang. Bij het normeren van de regionale keringen geldt momenteel de overschrijdingskansnorm gebaseerd op de omvang van de schade in het achterliggende gebied als gevolg van het falen van de regionale kering.

Momenteel loopt er vanuit de STOWA een ontwikkelprogramma regionale keringen waarbij naar de hele keten rondom regionale keringen wordt gekeken: normeren, beoordelen, versterken en beheren. Vanuit de techniek en kijkend naar de veiligheid van de regionale keringen is er een aantal aspecten die nader onderzocht worden. De belangrijkste daarin is het verschil tussen een overschrijdingskansnorm en een overstromingskansnorm. Dit is een belangrijk punt omdat voor de primaire waterkeringen is overgestapt van een overschrijdingskansnorm naar een norm uitgedrukt in een overstromingskans.

1.1 DOEL

Doel van dit rapport is het definiëren van technisch-inhoudelijke argumenten voor de norm als overschrijdingskans en als overstromingskans t.b.v. de besluitvorming, waarbij uiteindelijk de Begeleidingsgroep Visie een advies opstelt en de Stuurgroep uiteindelijk beslist.

2

NORMEREN

2.1 ACHTERGROND

In de huidige systematiek worden de regionale keringen genormeerd op basis van optredende schade en de daaraan gerelateerde IPO-normklasse (1 t/m 5). De onderliggende methodiek voor het normeren op basis van de deze klassen stamt uit de jaren 90. Door Fugro is in opdracht van de provincie Zuid-Holland onder verantwoordelijkheid van de werkgroep Normering Boezemkaden een methodiek opgesteld ten behoeve van het normeren van de boezemkades.

Bij de keuze van de methode is een belangrijke achtergrond dat één van de uitgangspunten was dat de norm voor de boezemkades een afgeleide is van de norm voor de primaire keringen. Waarbij de toename van het economisch risico als gevolg van het falen van een boezemkade de maat is voor het afleiden van de norm.

De achtergrond van de huidige normstelling is dus risicogebaseerd, waarbij de faalkans (overstromingskans) van de boezemkade en de bijbehorende gevolgen terug zijn vertaald naar een overschrijdingskans norm (overbelastingsnorm).

Een belangrijk onderscheid dat gemaakt dient te worden is enerzijds het afleiden van de norm en het doel dat daarmee bereikt moet worden en anderzijds de rekenmethoden om te bepalen of aan deze norm wordt voldaan.

2.2 DOEL VAN NORMEREN

In het kader van de ketenanalyse regionale keringen is het belangrijk om opnieuw vast te stellen wat het doel is van de normering, wat moet de norm beschrijven. Beschrijft de norm de kans op een overstroming van een achterliggend gebied of is het de kans op schade aan de waterkering. Dit verschil bepaald namelijk op welke wijze de vertaling van de norm naar de toets- en ontwerppraktijk wordt gemaakt.

De keuze van wat de norm moet beschrijven of wat we als sector willen dat de norm beschrijft staat los van de keuze of de uiteindelijke norm een overschrijdingskans dan wel een overstromingskans moet zijn.

2.3 VARIANTEN VOOR NORMEREN

Voor de normering zijn verschillende varianten denkbaar. Zo kan de norm de kans beschrijven dat een achterliggend gebied overstroomt of de norm beschrijft de kans dat de waterkering beschadigd.

Dit zijn twee verschillende type normen die voor verschillende doeleinden geschikt zijn. Het duidelijk definiëren wat onder de norm wordt verstaan en wat het doel is van de norm is essentieel om later de juiste vertaling te maken naar eisen aan de waterkering en op een juiste manier te beoordelen en te versterken.

In het volgende hoofdstuk wordt nader ingegaan op de verschillen tussen de overschrijdingskans en de overstromingskans. En wat de voor- en nadelen zijn van beide type voor het normeren van regionale keringen.

Maar zoals hierboven geschetst is de basisvraag wat de norm moet beschrijven ook een zeer relevante vraag voor verdere uitwerking van de toekomstige wijze van normering regionale keringen.

Daarnaast wordt kort aandacht besteedt aan de wijze waarop aan deze normen getoetst kan worden. Een keuze in één van beide normeringstypen betekent niet direct ook een andere methodiek van beoordelen.

3

OVERSCHRIJDINGSKANS VS. OVERSTROMINGSKANS

3.1 DEFINITIE

De huidige definitie van beide type kansen als norm voor regionale kering is als volgt:

- De normoverschrijdingskans beschrijft de kans van optreden van de maximale waterstand bij de norm die een doorsnede van de waterkering veilig moet kunnen keren.
- De normoverstromingskans beschrijft de kans op het optreden van een overstroming in het gebied dat de regionale kering beschermt.

In de definitie is direct te zien dat de overschrijdingskans betrekking heeft op de waterkering zelf en de overstromingskans op het te beschermen gebied.

Ook de lengte-eenheid waarop de norm op van toepassing is, is verschillend. Zo geldt de overschrijdingskans voor elke doorsnede in een waterkering en geldt de overstromingskans voor een deel van de waterkering dat ongeveer hetzelfde gebied beschermt tegen een overstroming.

De kern van het verschil is het wel of niet doorbreken van de kering. De overschrijdingskans gaat uit van schade aan de kering maar geen doorbreken en de overstromingskans gaat uit van het falen van de kering.

Voor de regionale keringen geldt dat deze norm is gebaseerd is op een acceptabel schaderisico. Dit impliceert dat deze norm in feite het voorkomen van een overstroming beschrijft. In de huidige werkwijze met de overschrijdingsfrequentie wordt verondersteld dat overstromingskans gelijk is aan 0,2 maal de overschrijdingsfrequentie (Veiligheid van Boezemkaden, Ontwikkeling van een nieuwe Beoordelingsmethode, 1997).

3.2 RELATIE OVERSTROMINGSKANS EN OVERSCHRIJDINGSKANS

De vraag die vaak terug komt is dat met de overstromingskansbenadering het veel ingewikkelder wordt dan met een overschrijdingskansbenadering en dat er meer gegevens nodig zijn. Dit is echter niet het geval. Dit komt doordat de overschrijdingskans een afgeleide is van de overstromingskans, waarbij op basis van (conservatieve) keuzes een verdeling over de mechanismen en de lengte wordt gemaakt. Indien met de overschrijdingskansbenadering een berekening wordt uitgevoerd dan kan met dezelfde gegevens ook een overstromingskans berekend worden.

De overschrijdingskansbenadering en de overstromingskansbenadering zijn eigenlijk twee manieren om met onzekerheden om te gaan bij de beoordeling van de sterkte van waterkeringen. Hoewel de overschrijdingskansbenadering eenvoudiger is in het gebruik, maakt de

overstromingskansbenadering het mogelijk om voor een kering een bepaald beschermingsniveau gericht te bereiken. Dit kan door keuzes die vooraf zijn gemaakt rondom lengte-effect, faalkansverdeling te heroverwegen.

De inhoudelijke verschillen tussen de overschrijdings- en overstromingskansbenadering hebben vooral betrekking op de manier waarop met de onzekerheden over de belastingen en sterkte-eigenschappen wordt omgegaan: impliciet (via karakteristieke waarden en veiligheidsfactoren) of expliciet (via de kansen op de verschillende waarden die de belastingen en de sterkte kunnen hebben).

In de overstromingskansbenadering worden de onzekerheden over de belastingen en sterkte-eigenschappen tot uitdrukking gebracht in de kans dat de belasting groter is dan de sterkte, zodat er een overstroming plaatsvindt. Dat wordt gedaan door alle mogelijke belastingen en sterkte-eigenschappen met hun kans van voorkomen te wegen.

Bij de overschrijdingskansbenadering lijkt er daarentegen sprake te zijn van een 'deterministische aanpak' waarbij kansen en onzekerheden geen rol spelen. Echter bij de overschrijdingskansbenadering spelen precies dezelfde onzekerheden een rol als bij de overstromingskansbenadering. Door op een andere manier met onzekerheden om te gaan, gaan ze namelijk niet weg.

De onzekerheden ten aanzien van de belastingen en de sterkte-eigenschappen worden binnen de overschrijdingskansbenadering afgedekt door middel van karakteristieke waarden en veiligheidsfactoren. Dergelijke karakteristieke waarden en veiligheidsfactoren worden idealiter zodanig gekozen dat de kans op een dijkdoorbraak voldoende klein is als uit het toetsvoorschrift het oordeel 'voldoet' volgt. Hieruit blijkt wel dat de overschrijdingskansbenadering en de overstromingskansbenadering, nauw met elkaar zijn verbonden. Bij de overstromingskansbenadering wordt gekeken naar de kans dat de belasting groter is dan de sterkte. Bij de overschrijdingskansbenadering wordt gekeken of de rekenwaarde van de belasting groter is dan de rekenwaarde van de sterkte. Een rekenwaarde is een karakteristieke waarde, eventueel na toepassing van een veiligheidsfactor.

Bij het beschermen van het achterland zou de norm de kans beschrijven dat een gebied overstroomt als gevolg van een doorbraak in een regionale kering. Deze overstromingskans geldt dan voor de gehele kering die het gebied beschermt. Vervolgens is het de vraag hoe deze norm vertaald moet worden naar een bijbehorende overschrijdingskansnorm waarbij zaken als lengte-effect (zie paragraaf 3.4) en verdeling over mechanismen vooraf vastgelegd en verdisconteerd moeten worden. Zie onderstaande figuur voor de samenhang tussen het te beschermen gebied, de bijbehorende norm als overstromingskans en de afleiding naar een normoverschrijdingskans.



Indien bij de overstroomingskans gebleven wordt is de verdiscontering van het lengte-effect en de verdeling over de faalmechanismen vooraf niet nodig maar wordt dit meegenomen in de bepaling van de overstroomingskans.

Het voordeel van het vooraf verdisconteren is dat het eenvoudiger wordt om mee te werken omdat er met standaardwaarden wordt gewerkt, het nadeel is echter dat het een relatief conservatieve benadering is omdat deze verdeling voor het merendeel van de waterkeringen geldig moet zijn. Daarnaast zijn maatwerkoplossingen in deze aanpak beperkt mogelijk.

In de huidige werkwijze van de normering van de regionale kering is verondersteld dat de factor tussen de overstroomingskans en de overschrijdingskans een factor 0,2 is. De overstroomingskans die hoort bij de huidige overschrijdingsfrequentie is daarmee een factor 5 kleiner. Belangrijke vraag hierbij is of deze factor 0,2 nog correct is. De relatie tussen de huidige overschrijdingskans en de bijbehorende overstroomingskans zou in beeld moeten worden gebracht om indien nodig goed onderbouwd terug te kunnen stappen van de overschrijdingskans naar de overstroomingskans. Dit heeft als voordeel dat de overschrijdingskans de basis kan vormen maar dat in het geval van maatwerk er terug gestapt kan worden naar de overstroomingskans en dat een eventueel uit te voeren kosten-batenanalyse in goed perspectief van de geldende norm gezet kan worden.

HET LENGTE-EFFECT

Hoe langer een waterkering, des te groter de kans dat zich ergens een zwakke plek bevindt. Een dijkwachter die tijdens hoogwater over een geometrisch uniforme dijk loopt, heeft bij elke stap een kans om een gevaarlijke situatie waar te nemen. De ondergrond is de dijkwachter immers onbekend. Hoe groter de afstand die de dijkwachter aflegt, des te groter de kans is dat hij of zij ergens een probleem aantreft. Het lengte-effect is niet voor alle faalmechanismen gelijk, ook al is de waterstand bij alle faalmechanismen de drijvende kracht. Dat klinkt wellicht vreemd, maar is direct te relateren aan de praktijk. Dijkwachters die een dijk tijdens hoogwater controleren op overloop hoeven waarschijnlijk niet ver te lopen om een goed oordeel te kunnen vellen over de kans dat de dijk ergens wordt overstroomd. Immers, als de dijk ergens overstroomt, dan is dat verderop waarschijnlijk ook het geval, en vice versa of het laagste punt is bekend en daar stroomt het als eerste overheen. Dit komt omdat de hoogte van een waterkering een zeer kleine ruimtelijke spreiding kent. De ruimtelijke spreiding van de weerstand van de dijk tegen het faalmechanisme macrostabiliteit en opbarsten en piping is echter relatief groot: de eigenschappen van de ondergrond kunnen elke 100 meter anders zijn. Hoe groter de afstand die de dijkwachters afleggen, des te groter de kans dat ze ergens een wel zullen aantreffen. De kans op geotechnische problemen is langs de totale dijkring dus groter dan de kans dat dit faalmechanisme zich in een willekeurige dijkstrekking met een lengte van bijvoorbeeld 1 kilometer voordoet.

(bron: VNK2 Methode nader verklaard)

3.3 LENGTE EFFECT

Een nader uit te werken aandachtspunt voor de regionale keringen is het verdisconteren van het lengte-effect en de verdeling over de mechanismen.

In de huidige systematiek van toetsen en ontwerpen van regionale waterkeringen **Zijn** daarin keuzes en aannames gedaan rondom het verdisconteren van lengte-effect. Gegeven de ontwikkeling van kennis rondom het lengte-effect is het de vraag hoe deze keuzes en aannames zich verhouden tot deze kennisontwikkeling. In relatie tot de huidige werkwijze gaat het om de keuze tussen een norm op dijkvak versus een norm op dijkring/dijktraject benadering. Deze keuze kan worden heroverwogen inclusief de bijbehorende uitwerking van het lengte-effect.

Het verdisconteren van het lengte-effect dient nader uitgezocht te worden en staat los van de keuze voor een overschrijdingskans of een overstromingskans omdat in beide gevallen dit verwerkt moet worden.

3.4 FAALDEFINITIES

In de huidige definities van de overschrijdingskans en overstromingskans zijn de faaldefinities niet gelijk. Bij de overschrijdingskans wordt gesteld dat schade aan de kering of vervormingen mogen optreden tot het niveau dat water nog steeds gekeerd kan worden. Deze schade en kleine vervormingen leiden nog niet tot een overstroming. Met deze definitie wordt een overstroming voorkomen, echter zit men nog ver af van de daadwerkelijke kans op een overstroming.

Bij de overstromingskans wordt gesteld dat vervormingen en schades moeten optreden die leiden tot het falen van de waterkering. Dit betekent dat er grotere vervormingen of afschuivingen moeten optreden of grote schade aan de bekleding zodat een overstroming te verwachten is.

Deze faaldefinities zijn belangrijk omdat het een belangrijke link is met wat de norm precies moet beschrijven. Als de norm een kans op een overstroming beschrijft moeten de faaldefinities daar ook bij passen (grote schade en grote vervormingen). Beschrijft de norm schade aan de waterkering dan passen daar andere faaldefinities bij (geen/kleine schade en kleine vervormingen).

Bovenstaande verschil in faaldefinitie staat los van de keuze voor de overschrijdingskans of overstromingskans. Dit omdat de overschrijdingskans een afgeleide is van de overstromingskans. Afhankelijk van de keuze wat de norm dient te beschrijven volgen daar eisen uit.

PRIMAIRE KERINGEN

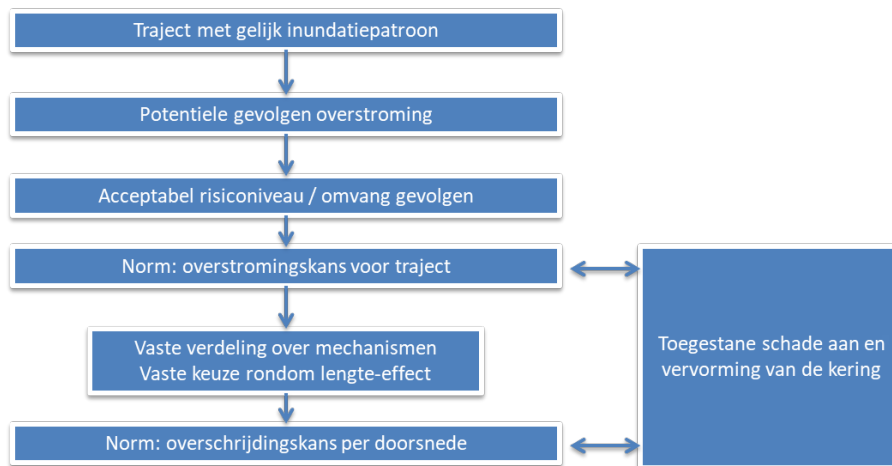
Voor de primaire keringen is overgestapt op de overstromingskans waarbij de kans ook daadwerkelijk de kans beschrijft dat een overstroming kan optreden.

In de uitwerking hoe aan deze norm getoetst en hoe ermee ontworpen kan worden is het dan ook nodig om qua faaldefinitie aan te sluiten bij het daadwerkelijk falen van de kering. Dit betekent grotere schade aan de bekleding, grotere overslagdebieten en grotere vervormingen/afschuiven van de waterkering.

Om de beoordelingen en ontwerpen te vereenvoudigen is ook voor de primaire keringen de overstromingskans vertaald naar een overschrijdingskans. Hierbij zijn vaste verdelingen over de mechanismen vastgesteld en keuzes gemaakt hoe om te gaan met het lengte-effect. Belangrijk is wel dat de faaldefinities niet veranderen. Ook bij de overschrijdingskans moet dan rekening worden gehouden met de grotere schade en vervormingen.

De norm voor de primaire keringen is dan nu wel een overstromingskans maar de huidige werkwijze van beoordelen en ontwerpen is meer gebaseerd op de overschrijdingskans.

In onderstaande figuur is weergegeven hoe de verschillende aspecten samenhangen. Vanuit de wens wat de norm moet beschrijven, worden de verschillende vertalingen gemaakt die nog steeds direct aansluiten bij het oorspronkelijke doel. Ongeacht de keuze voor een overschrijdingskans of overstromingskans moet onderstaande samenhang inzichtelijk worden gemaakt.



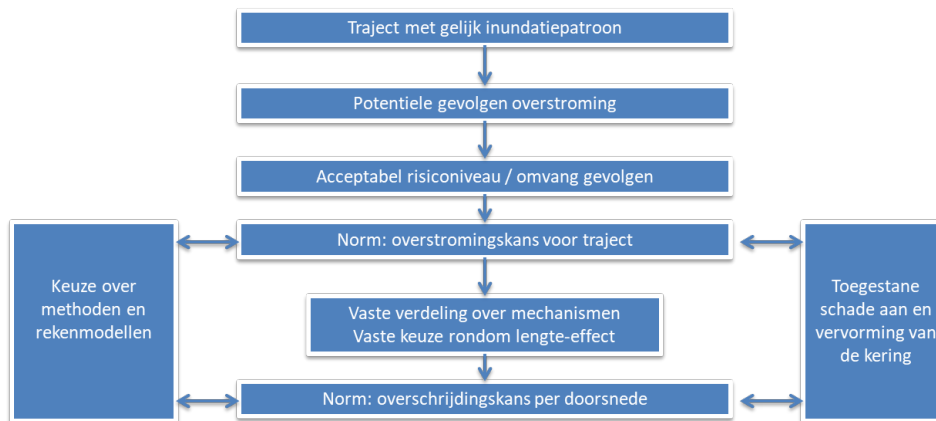
3.5 MODELLEN EN METHODEN

Om te bepalen of aan de norm (overschrijdingskans of overstromingskans) wordt voldaan zijn er methoden en modellen beschikbaar. Deze twee zijn niet direct aan elkaar gelinkt. Een overstap op een ander type norm betekent niet direct dat er ook moet worden overgestapt op andere modellen of methoden.

Indien voor de regionale keringen wordt overgestapt op een overstromingskans is het een keuze om bij de huidige modellen en methoden te blijven of over te stappen op nieuwe modellen.

Voor de primaire keringen is er voor gekozen om naast de overstap op de overstromingskans ook direct over te stappen op een nieuw sterktemodel voor stabiliteit (naast gedraineerd ook ongedraineerd). Dit nieuwe model vraagt andere en meer gedetailleerde gegevens die allemaal opnieuw verzameld moesten worden. Dit heeft echter niet direct iets met de nieuwe norm te maken maar met een keuze om over te stappen op een geavanceerdere rekenwijze voor stabiliteit. In het kader van de overstromingskans kan met beide modellen gewerkt worden alleen het ongedraineerd rekenen biedt meer mogelijkheden en geeft een scherper beeld van sterkte van de kering. Dit wil echter niet zeggen dat het voor regionale keringen direct gunstiger wordt omdat de onzekerheden bij regionale keringen mogelijk groter zijn.

Indien voor de regionale keringen bij het huidige sterktemodel wordt gebleven kunnen de huidige beschikbare gegevens gebruikt worden en zal dit niet direct tot extra werk leiden.



3.6 RELATIE MET BEHEER

De relatie met het dagelijks beheer is een belangrijk punt. Bij het meer centraal zetten van het falen van de kering, de kans op het optreden van een overstroming, gaat dit gepaard met faal-definities die ook tot falen leiden. Dit betekent grote overslagdebieten en grote vervormingen van de kering. Echter voor beheer zijn kleine oppervlakkige vervormingen ook belangrijk, daar horen dan echter andere eisen bij. Het gaat hier dan om de relatie tussen de kans op een overstroming (uiterste grenstoestand) en de kans op schade aan de kering (bruikbaarheids-grenstoestand), dit zijn twee verschillende zaken die wel bij elkaar horen maar niet hetzelfde zijn. In een notendop: de norm voor de veiligheid heeft een kleine kans van optreden met grote vervormingen en grote overslagdebieten met doorbraak als gevolg en de norm voor beheer heeft een relatief grote kans met daarbij kleine vervormingen (oppervlakkige glijcirkels) en weinig overslag die aantonen dat de kans op schade klein genoeg is.



3.7 AANSLUITING HUIDIGE WERKWIJZE

De huidige werkwijze van de regionale waterkeringen is ingericht op basis van een overschrijdingskans norm waar met relatief strenge eisen aan vervormingen en schades wordt bepaald of een kering voldoet.

De aanpak rondom de overschrijdingskans en het vooraf verdisconteren van verdeling over mechanismen en lengte-effect staat een overstap naar een overstromingskans niet in de weg omdat vanuit de overstromingskans een vertaling gemaakt kan worden naar de overschrijdingskans werkwijze. Echter conservatieve keuzes op landelijk niveau is ondoelmatig op lokaal niveau. Maar omdat de link met de overstromingskans direct is gelegd kan er altijd een verfijningstap naar de overstromingskans gemaakt worden om scherper te toetsen of te ontwerpen om de doelmatigheid te vergroten. Binnen de huidige werkwijze is verondersteld dat de factor tussen de overschrijdingskans en de overstromingskans 0,2 is. Deze zou met de huidige kennis geïverifieerd kunnen worden om de relatie tussen de overschrijdingskans en de overstromingskans sterker te maken.

Door deze relatie explicieter te maken biedt dat de mogelijkheid om bewezen sterkte een plek te geven in het toetsen van de waterkering, wat in de huidige overschrijdingskansbenadering niet mogelijk is. Maar in de gevallen dat het meenemen van bewezen sterkte niet nodig is, kan bij de huidige werkwijze met overschrijdingskans gebleven worden. Om het in de huidige werkpraktijk met de overschrijdingskans wel mogelijk te maken is de Gamma - Beta relatie nodig. Dit wil zeggen dat er een expliciete link gelegd wordt tussen de bijvoorbeeld de stabiliteitsfactor en de faalkans. Voor macrostabiliteit zou dit een invulling zijn van de sterkere relatie tussen de overschrijdingskans en de overstromingskans.

Een belangrijk verschil met de huidige werkwijze is de definitie van falen. Als de overstap naar de overstromingskans wordt gemaakt, horen daar ook de desbetreffende faaldefinities bij. Ook bij de vertaling naar de overschrijdingskans moet met deze faaldefinities gewerkt worden, anders wordt het toetsen dermate conservatief dat het ondoelmatig wordt.

De link met beheer is een aandachtspunt dat nader uitgewerkt moet worden. Zoals eerder ook al gesteld: de norm voor de veiligheid heeft een kleine kans van optreden met grote vervormingen en grote overslagdebieten met doorbraak als gevolg en de norm voor beheer heeft een relatief grote kans met daarbij kleine vervormingen (oppervlakkige glijcirkels) en weinig overslag die aantonen dat de kans op schade klein genoeg is.

4

NUT EN NOODZAAK VAN DE OVERSTROMINGSKANS

Conclusie van bovenstaande analyse laat zien dat onafhankelijk van de keuze, overschrijdingskansnorm / overstromingskansnorm, er diverse mogelijkheden zijn om de doelmatigheid te vergroten. Het gaat dan met name om een betere onderbouwing en daarmee sterkere relatie tussen de overschrijdingskans en de overstromingskans (gamma-beta relatie), denk daarbij aan het omgaan met faalkansverdeling, lengte-effect, faaldefinitie. De uiteindelijke keuze wat de norm moet zijn is daarmee van ondergeschikt belang omdat ze direct aan elkaar gelinkt zijn.

Omdat de overschrijdingskans en overstromingskans direct aan elkaar gelinkt zijn is niet zwart wit te zeggen wat de voordelen zijn van de een ten opzichte van de ander. Wel zijn er verschillende voordelen te benoemen die het meer centraal zetten van de overstromingskans rechtvaardigen.

Het meer centraal zetten van de overstromingskans zal de doelmatigheid vergroten en biedt meer mogelijkheden om lokaal te optimaliseren en bijvoorbeeld bewezen sterkte mee te nemen. Daarnaast kan daarmee de kosten-batenanalyse een directere rol spelen in de afwegingen tot investeren. Ook sluit het meer aan bij de aanpak van de primaire keringen en de kansen op wateroverlast vanuit de NBW normering.

Consequentie van de overstromingskans is dat er explicieter moet worden nagedacht welke eisen er vanuit beheer aan de kering worden gesteld en welke vanuit veiligheid. Dit is echter ook al bij de huidige werkwijze een belangrijke vraag.

5

HANDELINGSPERSPECTIEF

In voorliggende analyse is met name overzicht gecreëerd van vraagstukken die spelen omtrent de overschrijdingskans en de overstromingskans. Dit om helderheid te geven over hoe ze direct aan elkaar gerelateerd zijn en dat binnen de huidige overschrijdingskansbenadering er diverse mogelijkheden zijn om de overstromingskans meer centraal te zetten.

Om uiteindelijk tot een keuze te komen hoe verder te gaan met de regionale keringen is in dit hoofdstuk een aantal handelingsperspectieven geschetst die opgepakt kunnen worden om de afweging tussen de overstromingskans en de overschrijdingskans beter te onderbouwen en de effecten van keuzes inzichtelijk te maken.

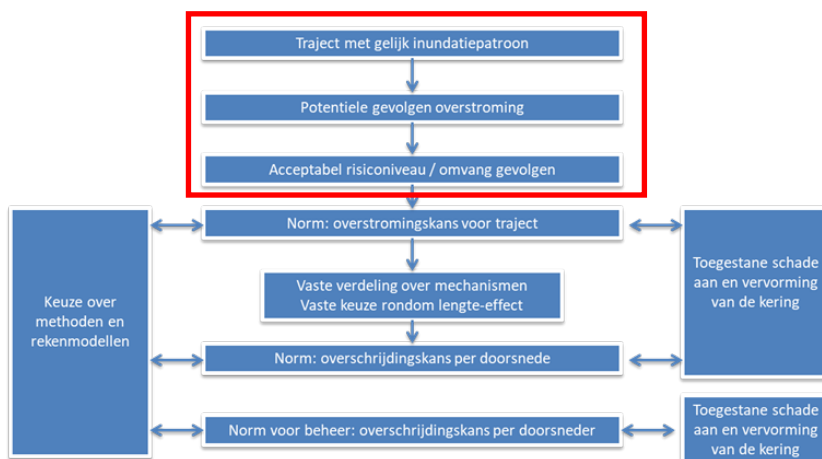
Deze acties zijn nodig om de komende periode scherper te krijgen hoe de afweging tussen de overschrijdingskans en de overstromingskans gemaakt kan worden en wat de consequenties zijn voor het regionale systeem. Naar verwachting kan met deze inzichten de doelmatigheid van investeringskosten worden vergroot.

- **Belangrijk voor verdere keuzes rondom de regionale keringen is om met elkaar duidelijk te hebben wat het doel is van de norm voor de regionale keringen.** Wat willen we dat de norm beschrijft, wat is de achterliggende gedachte. Hier met elkaar consensus over hebben geeft helderheid over de verdere vertaling naar hoe hier mee om moet worden gegaan in het beheren, toetsen en ontwerpen van de regionale keringen.

De huidige regionale normering met het acceptabele risiconiveau is gebaseerd op onderzoek uit de jaren 80-90. Is dit anno nu nog steeds passend en acceptabel? En hoe ziet de relatie met de schadescio's van de primaire keringen eruit? Dit zijn vragen die ongeacht de keuze overschrijdingskans of overstromingskans inzicht geven in het doel van de norm en hoe de huidige IPO-klassen daar bij passen.

Uit de discussies in het laatste jaar is er ook veel behoefte aan de doelmatigheid van investeringen in regionale keringen. Dit kan worden ingevuld middels een kosten-batenanalyse (KBA). Voor het uitvoeren van een KBA is het nodig om te werken met een overstromingskans. Ook de relatie met de primaire keringen en NBW normering is daarin in een belangrijk onderdeel. Wat zijn daarin de acceptabele risiconiveaus en hoe passen deze op de huidige IPO systematiek.

In de figuur van het totale systeem gaat het in deze stap met name om het rood omkaderde deel, wat vervolgens vertaald moet worden naar een norm. Dat kan zowel een overschrijdingskans als overstromingskans zijn.



- Om een goede invulling te geven aan de KBA is het nodig de overstroomingskans een bepaalde plek te geven in het systeem van regionale keringen. Hierbij is het niet direct nodig om dan ook over te stappen op een overstroomingskansnorm. Er kan vanuit de overstroomingskans een vertaling worden gemaakt naar de overschrijdingskans. Door deze relatie sterker te maken of explicieter te maken kan de KBA direct gekoppeld worden aan een eventuele overschrijdingskansnorm.

Het is nodig de relatie tussen de overstroomingskans en de overschrijdingskans te gaan leggen, deze relatie is momenteel niet aanwezig of niet voldoende onderbouwd. Er is een kalibratie nodig tussen de faalkans(eisen) (overstroomingskansbenadering) en veiligheidsfactoren die horen bij de overschrijdingskansbenadering, de Beta-Gamma relatie.

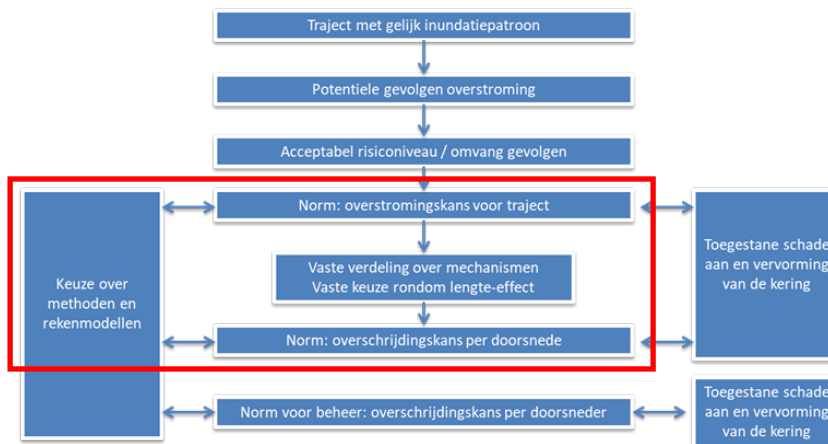
Hiermee kan dan een vertaling worden gemaakt van de overstroomingskans naar de overschrijdingskans. Ook is deze relatie nodig om het werken met bewezen sterkte mogelijk te maken. In onderstaande figuur gaat dat met name over het rood omkaderde deel.



- De vertaling van een traject naar een doorsnede heeft in de huidige werkwijze voor regionale keringen geen plek. Nu hebben een lange en een korte kering die een bepaalde waarde beschermen dezelfde norm en daarmee ook dezelfde doorsnede-eisen onafhankelijk van de lengte waarop de norm van toepassing is. Hierbij dient ook aandacht te zijn voor positieve systeemwerking.

- De keuzes rondom verdiscontering van het lengte-effect dient voor de regionale keringen explicieter te worden gemaakt.

Kijkend naar de huidige werkwijze bij de primaire keringen rondom het lengte-effect lijkt dit mogelijk conservatief. Zeker voor gebieden met een gereguleerd watersysteem is nader onderzoek naar de wijze van verdiscontering van het lengte-effect nodig. Dit om onnodig strenge eisen op doorsnedeniveau te voorkomen. In onderstaande figuur gaat dat met name over het rood omkaderde deel, maar heeft uiteraard wel raakvlakken met de andere onderdelen.



- In de huidige sterktemodellering voor regionale keringen wordt gewerkt met sterktemodellen met effectieve parameters en andere proeftypen en proefprocedures. Voor de primaire keringen wordt sinds WBI2017 gewerkt met nieuwe sterktemodellen die zowel effectieve als ongedraineerde parameters kunnen bevatten welke zijn gebaseerd op andere proeftypen en proefprocedures. Deze nieuwe werkwijze biedt uitgebreidere mogelijkheden voor het doorrekenen van de sterkte van de kering. Echter voor het gebruik bij regionale keringen is veel nieuwe informatie nodig en ontstaan ook nieuwe kennislacunes door de aard van de regionale keringen. Het beeld is wel dat, indien voldoende gegevens beschikbaar zijn, deze nieuwe sterkte-modellen een scherper beeld van het grondgedrag kunnen geven. Indien ook de kennislacunes kunnen worden ingevuld zal dit leiden tot een aanscherping van het veiligheidsbeeld, dit kan in zowel positieve als negatieve zin.

Om de kalibratie voor de sterkte van de regionale keringen goed vorm te kunnen geven kan voor de korte termijn een beta-gamma relatie gemaakt kunnen worden voor de modellen met effectieve parameters en oude proeftypen en proefprocedures. Parallel daaraan is het verstandig om ook een beta-gamma relatie te leggen voor de nieuwe modellen die zowel met effectieve als ongedraineerde parameters kunnen rekenen. Voor beide situatie kan dan in een aantal pilots worden onderzocht wat de belangrijkste onderdelen zijn en wat dat betekent.

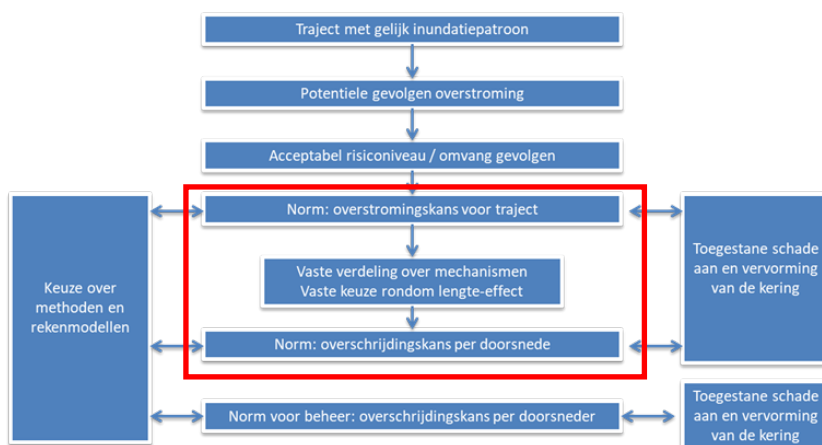
Dit sluit aan bij de reeds uitgevoerde analyse uitgevoerd door Arcadis over de Beta-Gamma relatie voor ongedraineerd rekenen. In onderstaande figuur gaat dat met name over het rood omkaderde deel, maar heeft uiteraard wel raakvlakken met de andere onderdelen.



- Zolang de Beta-Gamma relatie nog niet beschikbaar is kan de relatie tussen de overschrijdingskans en de overstroomingskans sterker worden door middel van het werken met scenario's. Dit kan ook binnen de huidige werkwijze en is een goede eerste stap om explicietter om te gaan met onzekerheden zonder direct uit te gaan van één conservatief scenario. Deze scenario's kunnen bijvoorbeeld bestaan uit verschillende belastingsscenario's die met een bepaalde kans van optreden voor kunnen komen. Denk hierbij aan scenario's met verschillende optredende freatische lijnen. Hierdoor wordt een scherper beeld van de kering verkregen, wat de doelmatigheid kan vergroten. Dit is momenteel eenvoudig uitgewerkt voor de casus A5H vanuit Waterschap Rivierenland.

De aanpak van het werken met scenario's dient verder uitgewerkt te worden op basis van meerdere cases, dit kan ook direct worden gekoppeld aan de pilots voor het afleiden van de Beta-Gamma relaties. Dit zal tot een scherper beeld van de veiligheid leiden wat er vervolgens toe zal leiden dat de doelmatigheid van investeringen wordt vergroot.

In onderstaande figuur gaat dat met name over het rood omkaderde deel, maar heeft uiteraard wel raakvlakken met de andere onderdelen.



- Er zitten verschillen tussen typen regionale keringen, bijvoorbeeld tussen gebieden met een gereguleerd waterpeil en systemen die middels een afvoergolf belast worden. Dit verschil kan zich uiten in de wijze waarop de kritieke situatie eruit ziet en of de ondergrond gedraineerd of ongedraineerd wordt belast. Voor gebieden met een gereguleerd peil is de buitenwaterstand vaak van ondergeschikt belang. De mate van verza-diging van de dijk (ligging freatische lijn) en de verkeersbelasting zijn de dominante factoren. De ontwikkeling van de veiligheidsbenadering vergt daarom per type regionale kering mogelijk een iets andere uitwerking. Denk daarbij aan de volgende verschillende typen regionale keringen:
 - Voorlandkeringen, deze keren buitenwater en hebben een overeenkomst met primaire keringen
 - Waterkeringen langs boezemwater, deze keren vaak waterstanden met kleine verschillen tussen de verschillende overschrijdingskansen.
 - Waterkeringen langs regionale rivieren, deze lijken wat betreft de overschrijdingskansen van waterstanden meer op buitenwater dan op boezemwater.
 - Compartimenteringskeringen, dit is een apart type kering die mogelijk getalsmatige eerder in de vorm van een conditionele faalkans moet worden uitgedrukt, net zoals bij de Diefdijk.

In onderstaande figuur gaat dat met name over het rood omkaderde deel, maar heeft uiteraard wel raakvlakken met de andere onderdelen.



- Bij het meer centraal stellen van de overstromingskans is het belangrijk de relatie met beheer & onderhoud duidelijk te leggen. Zeker als de norm daadwerkelijk de kans op een overstroming beschrijft dan is het in de situatie met een relatief soepele norm belangrijk dat de eisen van B&O scherp zijn. Het zou er toe kunnen leiden dat de eisen vanuit beheer leidend gaan zijn in de eisen aan de kering.

Uitgezocht dient te worden hoe eisen vanuit beheer zich verhouden tot eisen vanuit veiligheid.

Veiligheid heeft een relatief kleine kans van optreden met grote vervormingen die leiden tot een overstroming en beheer heeft een relatief grote kans met daarbij kleine vervormingen waarbij de kans op schade klein genoeg is.

Deze twee benaderingen dienen kwantitatief verder uitgewerkt te worden om aan te geven welke leidend is in de eisen aan de kering en om ondoelmatigheid te voorkomen (strenge eis met kleine vervormingen).

In onderstaande figuur gaat dat met name over het rood omkaderde deel, maar heeft uiteraard wel raakvlakken met de andere onderdelen.

