



Ministerie van Verkeer en Waterstaat

Water

Syntheserapport

Onderzoeksprogramma

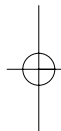
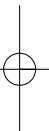
Rampenbeheersingsstrategie

Overstromingen Rijn en Maas

25 april 2006



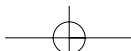
Ministerie van
Binnenlandse Zaken en
Koninkrijksrelaties



Colofon

Uitgegeven door: Ministerie van Verkeer en Waterstaat

ISBN: 9036956250



Woord vooraf

.....

Dit rapport vormt de weerslag van onderzoek naar rampenbeheersing bij overstromingen vanuit de Rijn en de Maas (RBSO). Het onderzoek is uitgevoerd in opdracht van de Staatssecretaris van Verkeer en Waterstaat en de Minister van Binnenlandse Zaken en Koninkrijksrelaties. De resultaten dienen als grondslag voor een kabinetsstandpunt over de gewenste strategie bij een (dreigende) overstroming van het bedijkte bovenrivierengebied.

De studie komt voort uit het besluit van het kabinet om voor een rampenbeheersingsstrategie behalve naar potentiële noodoverloopgebieden nader onderzoek te doen naar vier andere opties. Daarbij gaat het om internationale afstemming, organisatorische maatregelen, compartimentering en het verhogen van veiligheidsnormen.

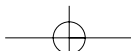
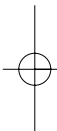
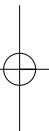
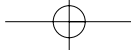
Het rapport geeft een synthese van de uitgevoerde deelonderzoeken. Voor de details wordt verwezen naar de bijbehorende achtergrondrapporten.

Ministerie van Verkeer en Waterstaat
Directoraat-Generaal Water

Ministerie van Binnenlandse Zaken en Koninkrijksrelaties
Directoraat-Generaal Veiligheid

Mevr. Ir. A.N. Wouters
Directeur Water

Drs. H.G. Geveke
Directeur Crisisbeheersing



Samenvatting

In 2003 heeft het kabinet in reactie op het advies van de Commissie Noodoverloopgebieden aangegeven een strategie voor rampenbeheersing bij overstromingen van Rijn en Maas op te stellen. Voor deze strategie zijn naast noodoverloopgebieden ook andere maatregelen denkbaar. In totaal gaat het om een pakket van 5 opties. Als grondslag voor de strategie zijn deze opties nader onderzocht en vergeleken, in het bijzonder op hun veiligheidseffect en hun economisch rendement.

Er is hierbij uitgegaan van de vooronderstellingen dat:

- alle structurele maatregelen voor bescherming tegen hoogwater in 2015 zullen zijn uitgevoerd;
- beneden de maatgevende waterstand geen problemen optreden als gevolg van doorsijpeling door dijken (onderloopsheid, piping);
- overstromingskansen een goede maat zijn voor het veiligheidseffect van de opties.

Tussentijds is op verzoek van de Tweede Kamer een beoordeling gemaakt van de twee Rijn-noodoverloopgebieden; een tussenrapportage is de basis geweest voor het vervallen van de reservering voor deze gebieden.

De belangrijkste bevindingen uit de voorliggende rapportage zijn dat (zie ook de overzichtstabel):

- het doorvoeren van organisatorische maatregelen en afstemming met het buitenland altijd zinvolle opties zijn, al is er weinig zicht op extra maatregelen bovenstrooms die ook effectief zijn;
- centrale regievoering, coördinatie en aansturing nog onvoldoende helder zijn;
- er voorzienbare tekorten aan mensen en materieel zijn, wat de logistiek van evacuatie, hulpverlening en fysieke noodmaatregelen ernstig in de weg staat;
- langs de Maas grote varianten van de Beersche Overlaat rendabel zijn;
- langs de Rijn alleen grotere gebieden rendabel zijn, maar dat deze in strijd zijn met de internationale afspraken (grensoverschrijdend) of naar verwachting grote maatschappelijke en bestuurlijke weerstand kennen;
- compartimenteren, zowel bij Rijn als Maas, op verschillende plaatsen kansrijk is;
- integraal normenverhogen (voor alle dijkringen) niet rendabel is, ongeacht of dit via rivierversmoring of dijkversterking gebeurt.

Er bestaan op diverse gebieden kennisleemtes. Zinvol is nader onderzoek dan wel nadere uitwerking van:

- systeemwerking (onderlinge beïnvloeding van dijkringen);
- fysisch maximale afvoer van de Maas;
- zwakke plekken in dijken (plekken die wel aan de norm voldoen, maar relatief zwak zijn t.o.v. de rest van een dijkkring);
- compartimentering, zowel algemeen als in specifieke gebieden;
- gericht of gedifferentieerd normverhogen;
- logistiek en hulpverleningsbehoefte bij (dreigende) overstromingen.

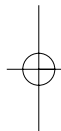
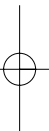
De belangrijkste bevindingen zijn samengevat in onderstaand overzicht:

.....
Overzichtstabel Bevindingen
Onderzoeksprogramma RBSO

Optie	Bevindingen
Internationale samenwerking	<ul style="list-style-type: none"> • Grensoverschrijdende bestuurlijke en operationele afstemming beperkt gevolgen van overstromingen. • Nauwelijks perspectief op extra, effectieve maatregelen in het buitenland.
Organisatorische maatregelen	<ul style="list-style-type: none"> • Er zijn nog veel onvolkomenheden in de preparatie, waaronder de planvorming. • Centrale regievoering, coördinatie en aansturing zijn nog onvoldoende helder. • Er zijn voorzienbare capaciteitstekorten. • Fysieke noodmaatregelen zijn zeer rendabel, mits goed uitgevoerd (zandzakken). • Succesvolle inzet fysieke noodmaatregelen bij de Rijn vermindert noodzaak van andere opties. • Bij de Maas fysieke noodmaatregelen en andere opties complementair.
Noodoverloopgebieden	<p><i>Maas:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Variant Beersche Overlaat uit Nota Ruimte niet rendabel. Grotere varianten wel. Kosten: 200 - 400 M€. <p><i>Rijn (de in de Nota Ruimte gereserveerde gebieden zijn met het Tussenbesluit RBSO vervallen):</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Noodoverloop in de Nota Ruimte-gebieden (Luteijn-varianten) is onvoldoende rendabel. • Grotere gebieden zijn wel rendabel, maar deze zijn in strijd met internationale afspraken (grensoverschrijdend) of kennen naar verwachting grote maatschappelijke en bestuurlijke weerstand. • Kosten: 50 - 400 M€, afhankelijk van de variant.
Compartimenteren	<ul style="list-style-type: none"> • Compartimenteren kan een goede bijdrage leveren aan beheersing van risico. Kansrijke locaties zijn: <ul style="list-style-type: none"> • oostzijde Amsterdam-Rijnkanaal (dijkring 43, kosten 90 M€) • oostzijde Den Bosch (dijkring 36, kosten 95 M€). • grensoverschrijdend bij Doetinchem en Spijk • compartimenteringdijk Querdam/Kapitteldijk
Normen verhogen	<ul style="list-style-type: none"> • Integraal normenverhogen is weliswaar effectief, maar niet/nauwelijks rendabel. • Rijn: kosten bij dijkverhoging € 0,5 – 1,0 mld, bij rivierverruiming € 0,8 – 3,0 mld • Maas: kosten bij dijkverhoging € 0,3 – 0,8 mld, bij rivierverruiming € 0,5 – 2,5 mld • Geoptimaliseerde mengvormen geven mogelijk een gunstiger beeld: <ul style="list-style-type: none"> • Gerichte aanpak van relatief zwakke plekken • Optie van het waterschap Aa en Maas

Inhoudsopgave

1.	Onderzoek naar een rampenbeheersingsstrategie overstromingen Rijn en Maas 9
1.1	Context en opdracht 9
1.2	Uitgangspunten bij het onderzoek 11
1.3	De vijf opties die zijn onderzocht 14
1.4	Het toetskader om de opties mee te vergelijken 15
2.	De vijf opties onderzocht 17
2.1	De beschrijving van de referentiesituatie 17
2.2	Optie 1 Internationale afstemming 19
2.3	Optie 2 Organisatorische maatregelen 21
2.4	Optie 3 Noodoverloopgebieden 23
2.5	Optie 4 Compartimenteren 30
2.6	Optie 5 Veiligheidsnormen verhogen 36
2.7	Vergelijking van de opties aan de hand van het toetskader 38
2.8	De resultaten van de maatschappelijke kostenbatenanalyse 42
3.	Conclusies 49
3.1.	Internationale afstemming 49
3.2.	Organisatorische maatregelen 49
3.3.	Noodoverloopgebieden 51
3.4.	Compartimenteren 51
3.5.	Veiligheidsnormen verhogen 52
3.6.	Combinatie van opties in strategieën 52
3.7.	Kennisleemtes 53
	Bijlage 1: Lijst van betrokken personen
	Bijlage 2: Overzicht van de achtergrondrapporten
	Bijlage 3: CD-ROM



1. Onderzoek naar een rampenbeheersingsstrategie overstromingen Rijn en Maas

1.1 Context en opdracht

Het Kabinetsstandpunt RBSO 2003

Ook na de uitvoering van de PKB Ruimte voor de Rivier, de Maaswerken en het Hoogwaterbeschermingsprogramma kent Nederland geen absolute veiligheid. Een kans op een overstroming van het rivierengebied blijft altijd bestaan, zowel door extreem hoge afvoeren als door sterke wind.

Met het oog op dit zogenoemde "restrisiko" heeft de Commissie Noodoverloopgebieden (Commissie Luteijn) in mei 2002 een advies uitgebracht over nut en noodzaak van noodoverloopgebieden om grote hoeveelheden water op te vangen. Dit heeft in december 2003 geresulteerd in het Kabinetsstandpunt Rampenbeheersingsstrategie Overstromingen Rijn en Maas (RBSO)¹.

In dit Kabinetsstandpunt is aangegeven:

- welke mogelijkheden (verder genoemd: "opties") het kabinet bij haar definitieve afweging in beschouwing wil nemen.
 1. Internationale afstemming
 2. Organisatorische maatregelen
 3. Noodoverloopgebieden
 4. Compartimenteren
 5. Veiligheidsnormen verhogen
- dat het vervolgonderzoek naar de noodoverloopgebieden in beeld brengt wat de meest effectieve en efficiënte vorm is, waarbij uitgegaan wordt van
 - zo min mogelijk fysieke inrichtingsmaatregelen;
 - een simpele inlaatconstructie;
 - de veronderstelling dat nader onderzoek gedaan zal worden naar de omdijking van woonkernen en de omvang van de gebieden.
- dat voor het vervolgonderzoek naar de optie Veiligheidsnormen verhogen gebruik gemaakt zal worden van de informatie uit de Lange Termijnvisie van de PKB Ruimte voor de Rivier.

Plangebied

Het plangebied is afgebakend tot het bovenrivierengebied waar de veiligheidsnorm van 1/1250 per jaar geldt. De onbedijkte Maas is geen onderdeel van het plangebied.

Noten

¹ Kamerstuk 2003-2004, 29384, nr. 1, Tweede Kamer

.....
Figuur 1:
 plangebied van het onderzoek



Het onderzoeksprogramma

Ter beantwoording van de onderzoeksvragen in het Kabinetsstandpunt is eind 2004 een onderzoeksprogramma gestart waarin de vijf opties zijn uitgewerkt en onderzocht op effecten. Bijlage 1 geeft een overzicht van personen die hierbij betrokken zijn geweest.

Bijlage 2 biedt een overzicht van de geproduceerde rapportages van de deelonderzoeken. De achtergrondrapporten zijn op een CD-ROM als bijlage 3 bijgevoegd.

Tussentijdse ontwikkeling: Motie Tweede Kamer

Begin 2005 werd door de Tweede Kamer een motie aangenomen met het verzoek om vóór 15 april 2005 een samenhangend besluit te nemen over deel 1 van de PKB Ruimte voor de Rivier en de optie noodoverloopgebieden. Als gevolg van deze motie is binnen het onderzoeksprogramma het onderzoek naar de optie noodoverloopgebieden sneller uitgevoerd dan het onderzoek naar de andere opties. Zodoende kon het kabinet in april 2005 het standpunt 'Tussenbesluit RBSO' innemen².

Kern hiervan is dat het kabinet:

- vasthoudt aan het standpunt RBSO van december 2003, dat wil zeggen voorkeur houdt voor een gecontroleerde in plaats van een ongecontroleerde overstroming.

.....
Noten

² Kamerstuk 2004-2005, 29384, nr. 5, Tweede Kamer

- afziet van Ooijpolder en Rijnstrangen als noodoverloopegebieden voor de Rijn.
- het onderzoeksprogramma zal laten uitvoeren zoals in het Plan van Aanpak is verwoord.
- In 2006 een besluit over de wenselijkheid van een noodoverloopegebied voor de Maas zal nemen.

1.2 Uitgangspunten bij het onderzoek

Om het onderzoek af te bakenen en daarmee te richten op de kennis die nodig is voor een afgewogen besluit, is een aantal uitgangspunten geformuleerd. De belangrijkste daarvan zijn hieronder toegelicht.

Hoe is de kans op een overstroming bepaald?

Binnen het onderzoek van RBSO is gezocht naar een methodiek waarmee het werkelijk falen van een dijk in beeld gebracht kon worden en die goed genoeg was voor dit project. Enerzijds is daarvoor aangesloten bij de methodiekontwikkeling voor het project VNK, anderzijds konden er een aantal vereenvoudigingen worden toegepast omdat het onderzoek uit gaat van waterkeringen die in 2015 op orde zijn. In grote lijnen komt de methodiek erop neer dat de dijk niet faalt totdat de maatgevende waterstand is bereikt en dat daarboven gebruik gemaakt kan worden van minimaal een halve meter waakhoopte die dijken hebben. Dit betekent niet dat de halve meter waakhoopte als volledig kerend beschouwd mag worden. Maar bij waterstanden van een halve meter boven de maatgevende waterstand, waarbij de waakhoopte dus is opgebruikt, faalt de dijk altijd. Daartussen is een functie bepaald die de kans op falen aangeeft bij waterstanden boven de maatgevende afvoer. Falen door wind vindt plaats bij een bepaald overslagdebiet afhankelijk van de eigenschappen van het binnentalud (helling, grasmat en klei). Dit falen kan ook eerder optreden dan de maatgevende waterstand. Voor een technisch-inhoudelijke toelichting op de methodiek wordt u verwezen naar het achtergrondrapport Veiligheid en rivierkunde.

Aanvankelijk was het uitgangspunt van het onderzoek dat gekeken zou worden naar de werking van de opties met de overschrijdingskansbenadering. Bij deze benadering is de kans op een overstroming gerelateerd aan de kans op overschrijding van de maatgevende waterstand en een bijbehorende afvoer. Aanvullend daarop zou een toets gedaan worden naar de robuustheid van de optie door te kijken naar de werking bij andere oorzaken van falen zoals instabiliteit van de dijk. De toets op robuustheid zou gedaan worden met de overstromingskansbenadering. Bij deze laatste benadering wordt een zo goed mogelijke inschatting gemaakt van het daadwerkelijk falen van de dijk.

Gedurende het onderzoek is dit uitgangspunt verschoven als gevolg van kennisontwikkeling en veranderende inzichten door projecten als Veiligheid Nederland in Kaart (VNK), het advies van de toenmalige Technische Adviescommissie voor de Waterkeringen naar aanleiding van het rapport van de Commissie Luteijn en het onderzoek van RBSO zelf. In de loop van het onderzoek is het inzicht gegroeid dat, als je weet dat een overstroming meer oorzaken kan hebben dan alleen extreem hoogwater, je ook de werking van de opties bij die

verschillende oorzaken in beeld moet brengen. En bovendien dat het van belang is voor een goede rampenbeheersingsstrategie de werking van de opties te kunnen vergelijken bij het daadwerkelijk falen van een dijk in plaats van een statistisch afgeleide situatie. In de loop van het onderzoek is daarom gekozen om de opties niet meer hoofdzakelijk op basis van de overschrijdingskansbenadering te beoordelen, maar juist op basis van de overstromingskansbenadering. De toets op robuustheid in relatie tot de kans op overstromen is daarmee vervallen.

Strategisch besluit

Het gaat om de voorbereiding van een strategisch kabinetsstandpunt dat genomen wordt in 2006. Het gaat nog niet om een Planologische Kernbeslissing of een projectbesluit. Het detailniveau van het onderzoek sluit aan bij dit type besluit.

Afvoerplafond

In het onderzoek is gekeken naar een (dreigende) rivieroverstroming door extreem hoge afvoeren en/of wind bij een maatgevende afvoer hoger dan 16.000 m³/s bij Lobith en hoger dan 3.800 m³/s bij Borgharen. Uitgegaan is van de Hydraulische Randvoorwaarden 2001. Klimaatveranderingen in de toekomst zijn niet meegenomen in het onderzoek.

In het onderzoek is uitgegaan van een afvoerplafond van 1000 m³/s extra op de maatgevende afvoer van de Rijn. Dat betekent dat is uitgegaan van een maximale afvoer van de Rijn van 17.000 m³/s. Dit is gebaseerd op de resultaten van het onderzoek met Duitsland, inclusief een extra marge voor onzekerheden o.a. in de modellen en de effecten op de afvoer van eventuele noodmaatregelen langs de Ober- en de Niederrhein. Een afvoer van 17.000 m³/s heeft een kleinere kans van optreden: 1/2650 per jaar. Hoe hoger de afvoeren boven de maatgevende afvoer, hoe kleiner de kans daarop is en hoe kleiner ook de overstromingskansen. Voor de Maas bij Borgharen is het afvoerplafond onzeker, maar voor het onderzoek is dit vastgesteld op maximaal 800 m³/s extra op de maatgevende afvoer, dus 4600 m³/s. De bijbehorende kans is 1:14.000 per jaar.

Referentiesituatie in 2015

Als uitgangspunt is gehanteerd dat het gehele systeem van de primaire waterkeringen in 2015 voldoet aan de wettelijke norm. Dit uitgangspunt is gekozen omdat in 2015 de maatregelen uit de PKB Ruimte voor de Rivier en de Maaswerken zijn uitgevoerd. Er zijn dan bovendien drie toetsrondes naar de toestand van de waterkeringen uitgevoerd op basis waarvan ook versterkingsmaatregelen worden genomen via het nationale Hoogwaterbeschermingsprogramma.

Overstromingskans

Binnen het onderzoek van RBSO is gezocht naar een methodiek waarmee het werkelijk falen van een dijk in beeld gebracht kon worden. Enerzijds is daarvoor aangesloten bij de methodiekontwikkeling voor het project VNK ten aanzien van de overstromingskans, anderzijds konden er een aantal vereenvoudigingen worden toegepast omdat het onderzoek uit gaat van waterkeringen die in 2015 op orde zijn. In grote lijnen komt de methodiek erop neer dat de dijk niet faalt totdat de maatgevende waterstand is bereikt en dat daarboven gebruik gemaakt kan worden van minimaal een halve meter waakhogte die dijken hebben.

Relatie met het buitenland

Omdat een hoogwatersituatie op de Rijn of de Maas zich niet beperkt tot de nationale territoria is afstemming met Duitsland en België van belang. Tijdens de presentatie van de resultaten van het Duits-Nederlands onderzoek over de Niederrhein eind 2004 heeft de Staatssecretaris van Verkeer en Waterstaat met toenmalig minister Höhn afgesproken dat Duitsland geen negatieve gevolgen (afwenteling) zal hebben van Nederlandse rampenbeheersingsmaatregelen.

Hoe is piping meegenomen in het onderzoek?

Bij de berekening van de overstromingskansen én de kosten- en batenanalyse is ervan uitgegaan dat de dijken in de referentiesituatie (2015) op orde zijn. Dat betekent dat verondersteld is dat bij waterstanden beneden de maatgevende waterstand de bijdrage van onderlooptheid (piping) aan de faalkans van dijken verwaarloosbaar is. Zij het dat alertheid altijd blijft geboden. (Nader onderzoek naar het fenomeen piping wordt uitgevoerd bij het vervolg van VNK). Deskundigen (Geodelft) hebben aangegeven dat bij waterstanden tot 0,5 m boven de maatgevende waterstand het falen door instabiliteit en afschuiven overheerst. De kansbijdrage van piping is kleiner: in de berekeningen is daarom aangenomen dat falen door instabiliteit en afschuiven al is opgetreden voordat piping een rol van betekenis gaat spelen. Deze benadering is bij de evaluatie van alle opties gevolgd. Apart en uitsluitend voor de optie Organisatorische maatregelen is de effectiviteit ook ingeschat op basis van een beheerderoordeel van de waterschappen. Hier is de huidige situatie als vertrekpunt genomen. De dijken zijn dan nog niet volgens de wettelijke norm op orde. Dat betekent dat piping wel een rol kan spelen bij het falen van dijken, ook bij waterstanden beneden de maatgevende hoogwaterstand.

Hoe is systeemwerking meegenomen in het onderzoek?

Bij een overstroming in het bovenrivierengebied zullen niet alle dijkringen tegelijkertijd getroffen hoeven te worden. Van de overstroming van één dijkkring kunnen de andere profiteren. Immers, door een bres in de dijk stroomt water vanuit de rivier in de dijkkring waardoor benedenstrooms de afvoer en waterstand en dus ook de kans op een overstroming kleiner kunnen worden. Ook een negatief effect is denkbaar: het water stroomt naar de volgende dijkkring als de eerste dijkkring geheel onder water is gelopen. Deze afhankelijkheid tussen dijkringen in het bovenrivierengebied – systeemwerking genoemd – is complex. Een methode om de systeemwerking in beeld te brengen is weliswaar beschikbaar, maar is nog niet voldoende uitgewerkt (robuust) om binnen het RBSO-onderzoek gehanteerd te worden. Uit een aantal verkennende berekeningen blijkt dat systeemwerking sterk afhankelijk is van de hoogte en vorm van de afvoergolf, de locatie en het moment van de dijkdoorbraak én de snelheid van de bresgroei en grootte van de uiteindelijke bres. Gezien de grote onzekerheden, in zowel positieve als negatieve zin, is in het onderzoek geen rekening met systeemwerking gehouden.

Enkel voor de uitwerking van de optie organisatorische maatregelen is wél gekeken naar de huidige situatie aangezien daar nog geen lopend verbeterprogramma voor bestaat.

1.3 De vijf opties die zijn onderzocht

De vijf opties

In het Kabinetsstandpunt RBSO uit 2003 worden verschillende strategieën voor rampenbeheersing met opties voor mogelijke maatregelen benoemd. In totaal worden er vijf opties gepresenteerd die al dan niet in een slimme onderlinge combinatie deel kunnen uitmaken van een strategie.

Bechrijving opties in het Kabinetsstandpunt RBSO 2003

Noodoverloopgebieden en compartimenteren worden gezien als mogelijkheden binnen de strategie 'Voorbereid zijn op een overstroming'. Bij deze strategie wordt de nadruk gelegd op het feit dat er altijd een kans bestaat op een overstroming. De mogelijke maatregelen richten zich op het beperken van de kansen op en de gevolgen van een daadwerkelijke overstroming en het zo effectief mogelijk verbeteren van een rampenbeheersing.

De strategie 'Veiligheidsnormen verhogen' bevat de mogelijkheid van structurele verhoging van het veiligheidsniveau voor het hele rivierengebied. De strategie is er op gericht de kans op een overstroming zo klein mogelijk te maken en is een uitbreiding op lopende veiligheidsprogramma's. De rampenbeheersing zelf wordt via deze strategie niet verbeterd. Toch wil het kabinet deze mogelijkheid verder in beeld gebracht hebben om mee te kunnen nemen bij de definitieve besluitvorming.

Tenslotte heeft het kabinet aangegeven ook nog andere mogelijkheden mee te willen nemen bij de definitieve afweging, namelijk: 1) de activiteiten beperken tot organisatorische maatregelen en 2) maatregelen nemen in overleg met het buitenland.

Samenhang tussen de vijf opties

De opties variëren van fysiek iets aanleggen in (een deel van het of in het hele) rivierengebied tot het verbeteren van bestuurlijke afspraken en afstemming met internationale partners. Ook variëren de opties in het effect: de opties normen verhogen, noodoverloopgebieden en noodmaatregelen zoals zandzakken e.d. hebben als effect dat de kans op overstromen afneemt. Daarentegen hebben de opties organisatorische maatregelen in de vorm van afspraken, evacuatieplannen, e.d. en compartimenteren van dijkringen juist effect op het verminderen van de gevolgen als er sprake is van een overstromingsramp. Bij de optie internationale afstemming is het afhankelijk van de uiteindelijke invulling van de optie.

Uitwerkingsniveau van de opties

Het onderzoek had als inzet gelijksoortige en daarmee vergelijkbare niveaus van uitwerking van de opties. Dit is uiteindelijk maar gedeeltelijk geslaagd. Dit komt enerzijds door het verschil van karakter en anderzijds door het verschil in reeds beschikbare kennis.

Eerder onderzoek

Voor de optie Noodoverloopgebieden is in het recente verleden al veel verkend en onderzocht onder andere door de Commissie Noodoverloopgebieden (Commissie Luteijn). Ook verkenningen voor mogelijke retentiegebieden in het kader van de PKB Ruimte voor de Rivier (Rijnstrangen) leveren inzicht.

Voor de optie "normen verhogen" zijn al mogelijkheden voor maatregelen op de langere termijn onderzocht in de PKB Ruimte voor de Rivier en de Integrale Verkenningen Maas. De uitwerking van de optie "compartimenteren" is geheel nieuw.

1.4 Het toetskader om de opties mee te vergelijken

Voor de vergelijking van de opties is een toetskader opgesteld (zie bijlage 2 in het overzicht van achtergrondrapporten). Dit is gebaseerd op het model dat bij de PKB Ruimte voor de Rivier in de eindfase bij de beoordeling van keuzen is gehanteerd. Hieronder wordt het toetskader schematisch weergegeven. In de bovenste rij worden de hoofdcriteria genoemd en in de kolommen daaronder staat de uitwerking daarvan in aspecten.

Veiligheid	Effecten overig beleid	Draagvlak	Uitvoerbaarheid	Kosten
Vermindering kans op overstromen	Ruimtelijke gevolgen	Bestuurlijk draagvlak	Technische uitvoerbaarheid	Kosten van maatregelen
Robuustheid van de optie	Meekoppelen	Maatschappelijk draagvlak	Organisatie rampen-beheersing	Kosten Baten Analyse
Beleving risico's overstromingen	Internationale samenwerking	Kwaliteit onderzoek en informatie	Wet- en regelgeving	Schade-regelingen
Samenhang met structurele veiligheidsmaatregelen			Complexiteit en flexibiliteit	

In de praktijk bleek dat toetsing aan deze criteria, met name wat betreft draagvlak, niet in deze fase van het onderzoek zinvol kon worden uitgevoerd. Mede op grond van beschikbare informatie uit al afgeronde en lopende (onderzoek)projecten is een globale beoordeling uitgevoerd ten behoeve van hoofdkeuzes.

In de Tussenrapportage is aangegeven dat het toetskader voor het vervolg van het onderzoek zou worden geëvalueerd omdat het erg uitgebreid is. Er is daarvoor bekeken welke aspecten binnen de beschikbare tijd en het beschikbare budget qua diepgang verder uitgewerkt konden worden zodat de kwaliteit van informatie voor de besluitvorming voldoende zou zijn.

Uiteindelijk is gekozen om voornamelijk tijd en middelen te besteden aan

- een verdere en betere uitwerking van de optie noodoverloopgebied Beersche Overlaat,
- compartimenteren,
- organisatorische maatregelen, en
- kwantitatieve effecten zoals overstromingskansen en kostenramingen.

In mindere mate is aandacht besteed aan verder onderzoek naar de kwalitatieve effecten. Hiervoor wordt in dit rapport deels teruggesproken naar de resultaten die al ten tijde van de Tussenrapportage bekend waren.

Kwaliteitsborging

Voor de kwaliteitsborging van het onderzoek naar de veiligheidseffecten is v.w.b. het Tussenrapport gebruik gemaakt van de deskundigheid van het Expertise Netwerk Waterkeren (voorheen de Technische Adviescommissie Waterkeren). Voor de kwaliteitsborging van de MKBA is gebruik gemaakt van een aparte begeleidingsgroep. Wat betreft de MKBA is gebruik gemaakt van de door het CPB goedgekeurde OEI-methode.

2. De vijf opties onderzocht

2.1 De beschrijving van de referentiesituatie

Veiligheid

Langs de Rijn is in de periode tot 2015 de PKB Ruimte voor de Rivier uitgevoerd zodat de overschrijdingskans weer op het wettelijke niveau is van 1/1250 per jaar. Na het uitvoeren van de Maaswerken en PKB Ruimte voor de Rivier voldoet de bedijkte Maas ook weer aan de norm van 1/1250 per jaar. Benedenstrooms van Borgharen worden op de onbedijkte Maas in de periode tot 2015 de Maaswerken uitgevoerd zodat de onbedijkte Maas daarna voldoet aan de norm van 1/250 per jaar.

De maatregelen die tot 2015 buiten Nederland uitgevoerd worden, hebben in zijn algemeenheid niet of nauwelijks invloed op de (boven)maatgevende afvoer in Nederland. Mogelijke uitzonderingen zijn de maatregelen die net bovenstrooms genomen worden in het grensgebied van Duitsland. Deze hebben wellicht een klein reducerend effect.

Na uitvoering van de maatregelen ligt de overstromingskans in 2015 ruwweg tussen de 1/1500 en 1/7000 per jaar bij een afvoerplafond van 1000 m³/s boven de maatgevende afvoer voor de Rijn respectievelijk 800 m³/s boven de maatgevende afvoer van de Maas.

De variatie tussen de dijkringen is vrij groot. Dat geldt nog sterker wanneer dijkvakken binnen een dijkkring onderling worden vergeleken en heeft te maken met factoren zoals overhoogte van de dijken, windgevoeligheid en onzekerheden over de waterstand. Uitschieter hierin zijn de overstromingskansen van de dijkringen langs de noordoever van de Neder-Rijn/Lek (dijkkring 44 en 45). De dijken zijn hier in het verleden op een afvoer van 16.500 en 18.000 m³/s ontworpen en hebben daardoor een overhoogte.

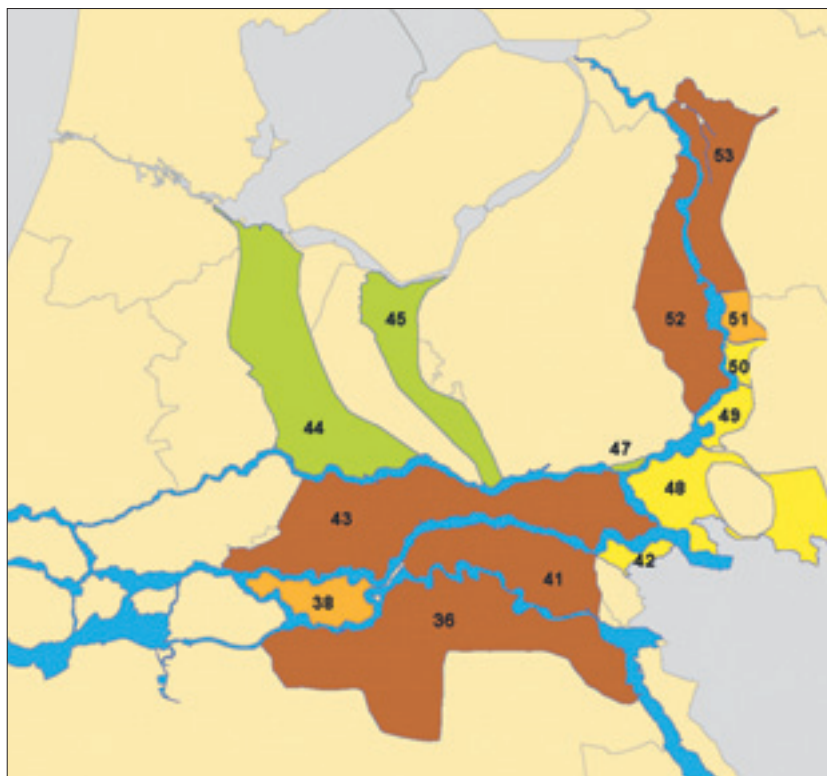
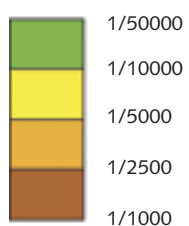
In de referentiesituatie zijn twee oorzaken die ertoe leiden dat de dijk wordt overstroomd en uiteindelijk faalt: door wind wanneer het kritieke golfoverslagdebiet wordt overschreden (erosie en/of afschuiven van het binnentalud) of door waterstand wanneer deze een kritieke hoogte overschrijdt (instabiliteit en afschuiven van het binnentalud).

Voor de Rijn domineert op de Rijntakken het falen door wind. Een afvoer van 1000 m³/s boven de maatgevende afvoer resulteert ten opzichte van de referentie in ongeveer 20 á 30 cm hogere waterstanden waardoor de kritieke hoogte van de waterstand bij lange na niet wordt bereikt. Wind kan echter wel tot zodanige golfoploop leiden dat de dijken kunnen falen. Op de IJssel kan falen door hoge waterstanden wel een rol spelen. Dit hangt samen met de relatief grote onzekerheid in de relatie tussen de afvoer en de waterstand.

De bedijkte Maas reageert relatief sterker op afvoeranderingen dan de Rijn en bovendien is de onzekerheid in waterstand redelijk groot. Dit betekent dat voor de bedijkte Maas zowel wind als hoge waterstanden belangrijke oorzaken zijn.

Figuur 2
 Overstromingskansen per dijkkring
 in het bedijkte bovenrivierengebied
 in de situatie rond 2015 bij een afvoer-
 plafond van 17.000/4600 m³/s van
 resp. Rijn en Maas

Overstromingskans (per jaar)



Figuur 3
 Nieuwe kaart van Nederland;
 voorziene ontwikkelingen tot 2015



Ruimtegebruik

Het ruimtegebruik en de ruimtelijke ontwikkelingen die zijn te voorzien tot 2015 zijn redelijk af te lezen van de Nieuwe Kaart van Nederland. De huidige situatie is weergegeven in de grijze ondergrond. De huidige stedelijke concentraties zijn daarin met lichtrood uitgelicht. Het gebied met grijsinten is landelijk gebied. De belangrijkste verstedelijkings-ontwikkelingen zijn weergegeven in heldere kleuren (rood voor wonen, paars voor werken).

Schadepotentieel

In tabel 1 staan de schadebedragen (schade indien een overstroming optreedt) en overstromingsrisico's (kans maal schade) samengevat zoals die in 2015 verwacht worden. Deze schade is bepaald volgens de globale methode. De vermelde schade bestaat voor het grootste gedeelte uit schade aan goederen van particulieren, bedrijven en overheid. Een kleiner gedeelte van de schade is schade die ontstaat door bedrijfsuitval. Daarnaast is een bedrag van 5000 euro per inwoner van de dijkkring opgenomen voor zgn. niet-economische schade. In het plangebied wonen ongeveer 3 miljoen inwoners.

Een belangrijke kanttekening bij deze schadebedragen is de conclusie uit de Tussenstand van het onderzoek overstromingsrisico's van het project VNK dat de globale methode van schadeberekeningen in een aantal gevallen leidt tot een forse overschatting van de daadwerkelijk te verwachten schade zoals die berekend wordt met een meer gedetailleerde methode. Omdat er bij aanvang van RBSO voor geen enkele dijkkring in het plangebied, en begin 2006 slechts voor één dijkkring in het plangebied van RBSO (te weten, dijkkring 36 – Land van Heusden/de Maaskant) een gedetailleerde schadeberekening beschikbaar is, is - net als bij de kosten-batenanalyse voor de PKB Ruimte voor de Rivier - uitgegaan van schadebedragen die bepaald zijn volgens de globale methode.

Tabel 1

Overzicht van de schade en het overstromingsrisico in het plangebied in 2015

	Schade in miljard euro in het jaar 2015	Overstromingsrisico In miljoen euro in het jaar 2015
Bovenrivierengebied Rijn	135	40
Bedijkte deel Maas	45	20

Uit bovenstaande tabel blijkt dat de verwachte schade bij overstromen in 2015 in het plangebied van de Rijn zo'n 135 miljard euro bedraagt en voor de Maas 45 miljard euro. Het overstromingsrisico (kans maal schade) in 2015 voor het totale plangebied van de Rijn bedraagt 40 miljoen euro per jaar en voor de Maas zo'n 20 miljoen euro per jaar.

2.2 Optie 1 Internationale afstemming

Procesbeschrijving van de uitwerking

Onderzoek naar internationale afstemming heeft plaats gevonden door literatuurstudie, een verdere analyse op basis van de Niederrhein-studie en besprekingen met samenwerkingspartners uit Duitsland en België. Voor de Maas heeft dit plaatsgevonden in de Internationale Maascommissie-werkgroep Hoogwater, voor de Rijn in de Duits-Nederlandse Werkgroep Hoogwater en net over de grens met partners in Kreis Kleve en Kreis Wesel.

De uitwerking van de optie voor de Rijn

Een belangrijk samenwerkingsresultaat in Rijnverband is het inzicht in de effecten van extreem hoogwater op de Niederrhein. Door overstroming bedreigde gebieden zijn hierdoor beter in kaart gebracht evenals de betekenis die dit heeft voor de afvoer bij Lobith. Echter de mogelijkheden tot extra hoogwaterbeschermende maatregelen zoals retentiegebieden langs de Rijn, naast de nu al geplande maatregelen, leiden nauwelijks tot afvoerreductie in Nederland. Dit komt doordat de beschermingsniveaus in grote delen van Duitsland lager zijn dan in Nederland. Overstromingen vinden eerder plaats en daardoor zullen hoogwaterbeschermende maatregelen al ingezet worden voordat het gebied dreigt te overstromen. Er is daarom niet op gerekend dat Duitsland gebieden "leeg" zal houden voor situaties dat in Nederland een overstroming dreigt. Als de lage gedeeltes in de Duitse dijken bijvoorbeeld tijdelijk met zandzakken worden verhoogd als noodvoorziening, betekent dit dat meer water Nederland zal bereiken.

In februari 1998 is het Actieplan Hoogwater door de Rijncommissie vastgesteld. Eén van de actiedoelen is de verbetering van het waarschuwingssysteem door samenwerking op stroomgebiedniveau. Hiermee wordt bereikt dat bij dreigende calamiteiten meer tijd beschikbaar is om maatregelen te nemen, zoals het plannen van evacuaties.

Projecten zoals Viking en NOAH zijn gericht op de grensoverschrijdende rampenbeheersing tussen Duitsland en Nederland. Deze projecten voorzien, in samenwerking met het landelijk gerichte project Hoogwater Informatie Systeem, in een verbeterde afstemming en samenwerking bij hoogwatersituaties door het gezamenlijk ontwikkelen van overstromings-scenario's en bijbehorende rampenbestrijdingsplannen en het doen van oefeningen.

De uitwerking van de optie voor de Maas

De Maascommissie heeft in 1998 het Actieplan Hoogwater opgesteld. Het terugbrengen van het schaderisico en de verbetering van de voorspellings- en waarschuwingssystemen zijn o.a. als doelstellingen genoemd.

Uit de voortgangsrapportage van 2002 blijkt dat er verspreid over het Maasstroomgebied in de periode 1995-2002 voor ongeveer 230 miljoen euro is geïnvesteerd in maatregelen ter reductie van het schaderisico. Ook is er vooruitgang geboekt in de samenwerking bij de hoogwater-voorspelling. Zo zijn sinds eind 2004 de Waalse afvoergegevens continue en online beschikbaar voor de hoogwatervoorspelling op de Nederlandse Maas.

Voor Nederland is inzicht in de onzekerheden in de bovenmaatgevende afvoer belangrijk. Op dit moment is het onzeker wat het effect is van het instromen van de bekade gebieden en mijnzakkingsgebieden in België. Ook is het onduidelijk wat de effecten zijn van de inzet van noodmaatregelen zoals zandzakken in deze gebieden. In deze RBSO-studie is voor de Maas bij Borgharen het afvoerplafond vastgesteld op maximaal 800 m³/s extra op de maatgevende afvoer, dus 4600 m³/s.

Een gemeenschappelijke Vlaams-, Waalse- en Nederlandse studie naar de beïnvloeding van de afvoergolf tussen Luik en Boxmeer staat nu op de agenda van de Maascommissie. In deze studie zullen de grensoverschrijdende effecten van extreem hoogwater moeten worden beoordeeld.

2.3 Optie 2 Organisatorische maatregelen

Procesbeschrijving van de uitwerking

Het deelonderzoek naar eventueel te nemen organisatorische maatregelen is uitgevoerd in opdracht van het Ministerie van Binnenlandse Zaken en Koninkrijksrelaties door het COT en Royal Haskoning. Een groep samengesteld uit vertegenwoordigers van alle partners die betrokken zijn bij de rampenbeheersing heeft het onderzoek inhoudelijk begeleid. Ook is er een interviewronde geweest met enkele direct bij de rampenbeheersing betrokken personen. Op specifieke onderwerpen zijn er workshops geweest, waaronder een workshop over fysieke (nood)maatregelen met waterbeheerders. Binnen het onderzoeksproject heeft nauwe afstemming plaatsgevonden over kostenramingen van organisatorische maatregelen en over de mogelijke inzet van fysieke (nood) maatregelen.

Combinatierampen

Het uitgangspunt is dat een voorbereiding op de ramptypen zoals beschreven in de Handleiding Voorbereiding Rampen van het ministerie van BZK (juni 2003) een voldoende basis biedt voor de bestrijding van een combinatie van ramptypen. In het onderzoek is daarom niet specifiek gekeken naar 'combinatierampen'.

De uitwerking van de optie

Het adequaat voorbereid zijn op een overstromingsramp vergt een goed functionerend stelsel van organisatorische maatregelen. Dit vormt de basis voor een rampenbeheersingsstrategie. De optie organisatorische maatregelen is gericht op het samenstellen van activiteiten dat wordt uitgevoerd door de algemeen-bestuurlijke kolom (burgemeester, college van B&W en de hulpverleningsdiensten) en de functionele kolom water (de waterbeheerders) tijdens perioden van extreem hoge rivierwaterstanden en de voorbereiding daarop. Gedacht kan worden aan fysieke noodmaatregelen (zoals het neerleggen van zandzakken), betere informatie-uitwisseling en effectievere samenwerking tussen de organisaties die bij de bestrijding van een overstromingsramp zijn betrokken.

De optie organisatorische maatregelen is niet bedoeld om het evacuatie-tijdstip te verschuiven, maar om zolang mogelijk een overstroming te voorkomen en de inwoners tijdig in veiligheid te brengen. Dit betekent ook dat met het nemen van organisatorische maatregelen geen structurele verhoging van het beschermingsniveau kan worden bereikt.

De uitwerking van de optie is gericht op het inzichtelijk maken van de feitelijke situatie, de gewenste situatie bij afvoeren hoger dan de MHW en de mogelijke maatregelen. Bovendien wordt gekeken naar de uitvoerbaarheid en de effecten hiervan op de veiligheid van benedenstroomse gebieden. In feite gaat het hierbij om de rampenbestrijdingsaanpak door zowel de hulpverleningsdiensten en de waterbeheerders als door de overige betrokken diensten zoals Defensie, reddingsbrigades en gemeentelijke diensten.

Inzicht in de feitelijke situatie

In het deelonderzoek 'De organisatorische voorbereiding op overstromingen Rijn en Maas' is de feitelijke situatie, anno 2004, onderzocht voor de provincies binnen het plangebied en de provincie Limburg. Hierbij is geconstateerd dat de huidige voorbereiding op overstromingsrampen niet op orde is en dat aanvullende maatregelen

noodzakelijk zijn om de overstromingskans en de mogelijke gevolgen te beperken. Het gaat hierbij om een breed pakket. Die maatregelen variëren van een meer duidelijke toedeling en afbakening van taken en verantwoordelijkheden en de preparatie zoals planvorming en oefenen, tot de verbetering van een aantal essentiële processen in de rampenbestrijding bij overstromingen. Het gaat hierbij vooral om knelpunten bij grootschalige evacuatie, informatievoorziening, communicatie/informatie-uitwisseling tussen de hulpverleningsdiensten en waterschappen en andere betrokken departementen en diensten en de beschikbaarheid van voldoende mensen en materieel bij zowel de hulpverleningsdiensten als de waterbeheerders (waterschappen en Rijkswaterstaat).

Tabel 2
Scenario 1 inzet fysieke
noodmaatregelen

Scenario 1	Aantal km	Haalbaar of uitvoerbaar
Scenario 1: Rijn: + 500 m ³ /s Maas: + 200 m ³ /s	Op basis van praktijkinschatting: 115 km zandzakken, strobalen of geobags t.b.v. hoogteproblemen	Rijntakken en Maas: ja, mits 1) vraag en aanbod (kwaliteit en kwantiteit) mensen, materiaal en materieel op elkaar afgestemd zijn 2) proces logistiek goed uitgedacht, voorbereid, geoefend en bestuurlijk-juridisch vastgelegd is
	Aanvullend o.b.v. de huidige situatie waterkeringen: 25 km steunberm t.b.v. macro-instabiliteitsproblemen 210 km opkisten van wellen t.b.v. pipingproblemen	

Tabel 3
Scenario 2 inzet fysieke
noodmaatregelen

Scenario 2	Aantal km	Haalbaar
Scenario 2: Rijn: + 1000 m ³ /s Maas: + 400 m ³ /s	Rijn: Op basis van praktijkinschatting: 70 km (dit komt bovenop de 115 km van scenario 1) zandzakken, strobalen of geobags t.b.v. hoogteproblemen	Rijntakken: ja, mits 1) zie scenario 1 2) ervan uitgaande dat opkisten over genoemde lengten tot ongeveer 30 cm kan en niet via steunbermen opgelost hoeft te worden.
	Aanvullend o.b.v. de huidige situatie waterkeringen 20 km steunberm t.b.v. macro-instabiliteitsproblemen 120 km opkisten van wellen t.b.v. pipingproblemen	
	Maas: Op basis van praktijkinschatting: 135 km zandzakken, strobalen of geobags t.b.v. hoogteproblemen	Maas: nee, tenzij 1) nader onderzoek naar piping en nieuwe materialen, materiële en logistieke processen aantonen dat piping geen probleem is of een handelbaar probleem is. In dat geval geldt voor de Maas dezelfde ja, mits als voor de Rijn (zie scenario 1).
	Aanvullend o.b.v. de huidige situatie waterkeringen: 65 km steunberm t.b.v. macro-instabiliteitsproblemen 105 km opkisten van wellen t.b.v. pipingproblemen	

Evacuatie

Uit (technische) modellering van de evacuatie uit verschillende dijkkringen in het rivierengebied blijkt dat de meeste dijkkringen binnen 30 uur geëvacueerd zouden kunnen zijn vanaf het moment van waarschuwing, mits er zeer intensief gestuurd wordt op de verkeersstromen. Dit zijn resultaten van modellering per dijkring waarbij de onderlinge samenhang van evacuaties van andere dijkkringen niet is betrokken. Ook is hierbij de emotionele en psychologische kant niet meegenomen, evenmin als het te verwachten tekort aan hulpverleningscapaciteit. Uitgekiende evacuatiedraaiboeken ontbreken nu nog vaak, maar zijn absoluut noodzakelijk.

Fysieke noodmaatregelen

Fysieke noodmaatregelen worden ingezet door de waterbeheerders. De maatregelen die in de algemeen-bestuurlijke kolom worden genomen met betrekking tot fysieke noodmaatregelen richten zich voornamelijk op het oefenen en de hulpverlening door de operationele hulpverleningsdiensten, zoals brandweer, politie, defensie en geneeskundige hulpverlening. Het gaat daarbij om het oefenen ten behoeve van de inzet van deze maatregelen, zoals de inzet van pompmateriaal. Onderzocht is welke fysieke noodmaatregelen de waterbeheerders gebruiken. Vervolgens is onderzocht welke waterstandsverhogingen per riviertak onder extreme situaties te verwachten zijn. Het betreft de volgende scenario's Rijn en Maas, respectievelijk :

- Scenario 1: 16.500 m³/s en 4.000 m³/s
- Scenario 2: 17.000 m³/s en 4.200 m³/s

Op basis hiervan is bekeken wat de dijken kunnen keren aan golfoverslag en over hoeveel kilometer lengte stabiliteitsproblemen verwacht worden. Hieruit is gebleken dat fysieke noodmaatregelen effectief zijn om de reststerkte van de dijken te vergroten ook bij bovenmaatgevende afvoeren. Er zit echter wel een grens aan wat bereikt kan worden met de inzet van fysieke noodmaatregelen, dit komt bijvoorbeeld door de afhankelijkheid van grootschalig menselijk handelen, de beschikbare capaciteit en de grenzen aan logistieke mogelijkheden.

2.4 Optie 3 Noodoverloopgebieden

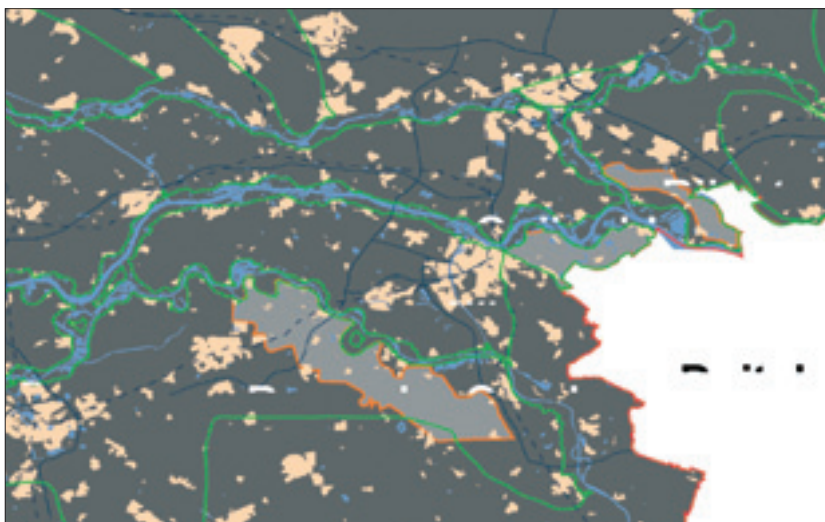
Procesbeschrijving van de uitwerking

In het onderzoek heeft de aandacht zich gericht op nadere uitwerking voor het Rijnstrangengebied en het gebied van de Beersche overlaat. Voor het Rijnstrangengebied is in 2004 mede op basis van twee workshops met vertegenwoordigers van lokale overheden en organisaties (ook uit Duitsland) een verkenning uitgevoerd van de mogelijkheden en inrichtingaspecten van gebruik van dit gebied als retentiegebied of noodoverloopgebied. Voor het gebied van de Beersche overlaat is in aansluiting op de resultaten van de commissie Luteijn tussen maart en september 2005 een verdiepingsslag uitgevoerd in samenspraak met inliggende gemeenten, het waterschap en de provincie. De uitkomsten van twee workshops met deze betrokkenen hebben geresulteerd in de 7 varianten voor een noodoverloopgebied in dit gebied.

Uitwerking van de optie

Noodoverloopgebieden zijn gebieden die gecontroleerd, op basis van een besluit tot openzetten van een inlaatwerk, kunnen worden geïnundeerd. Dit ter voorkoming van grootschalige overstromingsschade in dijkkringen

Figuur 4
Door Commissie Luteijn voorgestelde
noodoverloopgebieden



benedenstrooms van het noodoverloopgebied. Noodoverloopgebieden worden ingezet bij dreiging van overstrooming door extreem hoge rivierafvoeren.

In het onderzoeksprogramma zijn de noodoverloopgebieden (nader) onderzocht die de Commissie Luteijn heeft geïdentificeerd als voorkeurslocaties voor noodoverloopgebieden (zie figuur 4). Naast de 'Luteijn'-varianten is er per gebied een aantal varianten geselecteerd op basis van duidelijke verschillen in begrenzing en het al dan niet beschermen van bestaande woonkernen. Voor Rijnstrangen en de Ooijpolder zijn ook grensoverschrijdende varianten onderzocht. Voor elk van de gebieden is een variant uitgewerkt die zoveel mogelijk uitgaat van een natuurlijke begrenzing en een inlaatwerk. De kerngegevens van elke variant zijn weergegeven in factsheets. Deze zijn terug te vinden in een achterliggende onderzoeksrapportage (zie bijlage).

Tabel 5
Overzicht onderzochte varianten van
noodoverloopgebieden voor de Rijn

Nummer variant	Korte omschrijving	Globale omvang (ha)	Globaal te bergen watervolume (Mm3)
NR1	Voorkeursvariant van de Commissie Luteijn; inlaat Tolkamer, uitlaat bij Pannerdensch Kanaal	2300	80
NR2	Gehele dijkkring Rijn en IJssel (dijkkring 48) met inlaat bij Tolkamer	15.000	200 -300
NR3	Rijnstrangen met een aangrenzend deel op Duits grondgebied tot de hoge gronden bij Elten; inlaatwerk bij Tolkamer	2800	90
NO1	Voorkeursvariant Commissie Luteijn; inlaatwerk bij Millingen, geen omdijking woonkernen	3300	130
NO2	Gelijk aan NO1 maar wel omdijking van woonkernen (Millingen, Ooij en Leuth)	2900	120
NO3	Kleiner gebied: alleen de Ooijpolder. De inlaat ligt bij Kekerdom. Het dorp Ooij is omdijkt	1800	100
NO4	Groot gebied inclusief een aangrenzend deel van Duits grondgebied ongeveer tot Kleef; inlaatwerk in Duitsland. Er zijn geen omdijkte woonkernen	10.000	200

Noodoverloopgebieden voor de Rijn

Bij de noodoverloopgebieden voor de Rijn gaat het om het Rijnstrangengebied en de Ooijpolder. Tabel 5 en de serie kaartjes in figuur 5 geven een overzicht van de onderzochte varianten. Het Kabinet heeft inmiddels met Tussenbesluit van april 2005 besloten af te zien van noodoverloopgebieden voor de Rijn. Voor de volledigheid worden de onderzoeksresultaten hierna wel vermeld.

.....
Figuur 5
 kaartjes met globale begrenzing
 varianten noodoverloopgebieden Rijn

NR1



NR2



NR3



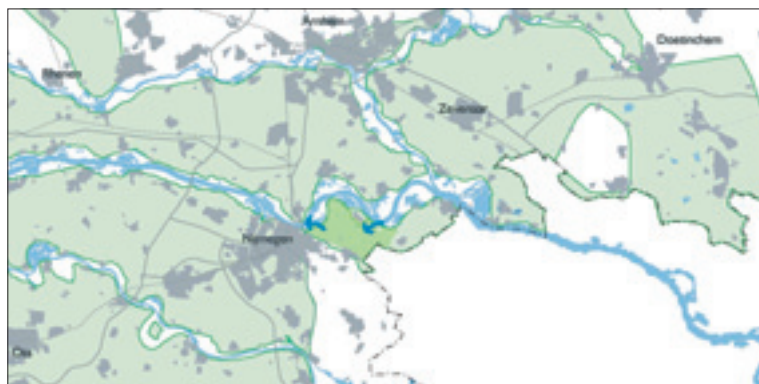
NO1



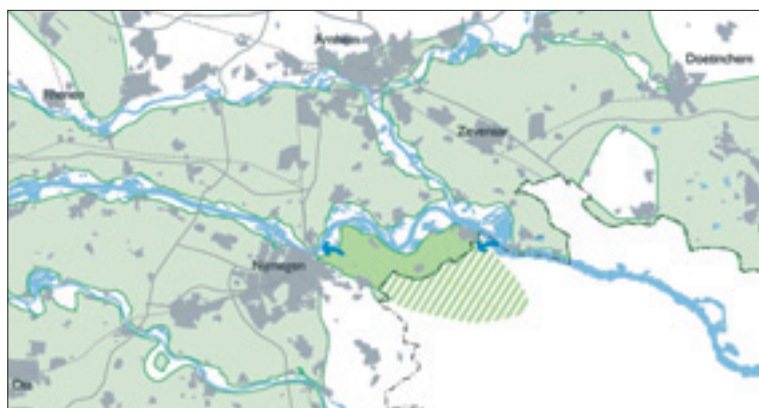
NO2



NO3



NO4



Noodoverlooph gebied voor de Maas

Voor de Beersche overlaat zijn in totaal acht varianten ontwikkeld. Hiervan zijn er uiteindelijk zeven meegenomen in het effectenonderzoek en de kosten-batenanalyse. De kleinste varianten (NB1 en NB2) komen overeen met het advies van de commissie Luteijn, het kabinetsstandpunt van december 2003 en de reservering in de Nota Ruimte.

Tabel 6
Overzicht onderzochte varianten van noodoverloophgebieden voor de Maas

Nummer variant	Korte omschrijving	Globale omvang (ha)	Globaal te bergen watervolume (Mm3)
NB1	Kleine variant, zonder bescherming kleinere woonkernen, inlaat bij Kraayenbergse Plassen, uitlaat nabij Ravenstein	9300	150
NB2	Kleine variant, met bescherming kleinere woonkernen, inlaat bij Kraayenbergse Plassen, uitlaat nabij Ravenstein	9200	140
NB3	Grote variant, zonder bescherming kleinere woonkernen, inlaat bij Kraayenbergse Plassen, uitlaat nabij Gewande	18.000	200
NB4	Grote variant, met bescherming kleinere woonkernen, inlaat bij Kraayenbergse Plassen, uitlaat nabij Gewande	18.000	200
NB6	Middelgrote variant, zonder bescherming kleinere woonkernen, inlaat bij Kraayenbergse Plassen, uitlaat nabij Megen	12.000	200
NB7	Middelgrote variant, met bescherming kleinere woonkernen, inlaat bij Kraayenbergse Plassen, uitlaat nabij Megen	12.000	190
NB8	Grote variant voor relatief weinig water, zonder bescherming kleinere woonkernen, inlaat bij Kraayenbergse Plassen, uitlaat nabij Gewande	18.000	100

* Variant NB5 is tussentijds afgefallen, zie Achtergrondrapportage Ruimtelijke Aspecten.

Figuur 6
kaartjes met globale begrenzing varianten noodoverloophgebieden Maas

NB1



NB2



NB3



NB4



NB5



NB6



NB7



NB8



2.5 Optie 4 Compartimenteren

Procesbeschrijving van de uitwerking

In een vroeg stadium zijn door het onderzoeksteam op basis van een aantal uitgangspunten en principes kansrijk geachte compartimenteringdijken voorgesteld, waarvan er drie zijn uitgewerkt teneinde tot een goede kostenramingmethodiek te komen.

De voorstellen voor compartimenteringdijken en de daaraan ten grondslag liggende overwegingen zijn in een werkbijeenkomst met deskundigen uit waterschappen en provincies besproken. Daaruit resulteren de 10 beoordeelde varianten.

De mogelijkheden van sturen/vertragen van inundatiewater met lage kaden e.d. zijn niet gebiedsdekkend gezien. Er is gebruik gemaakt van bestaand onderzoeksmateriaal voor het Land van Maas en Waal en er is een eerste verkenning naar effectiviteit gedaan voor dijkkring 43.

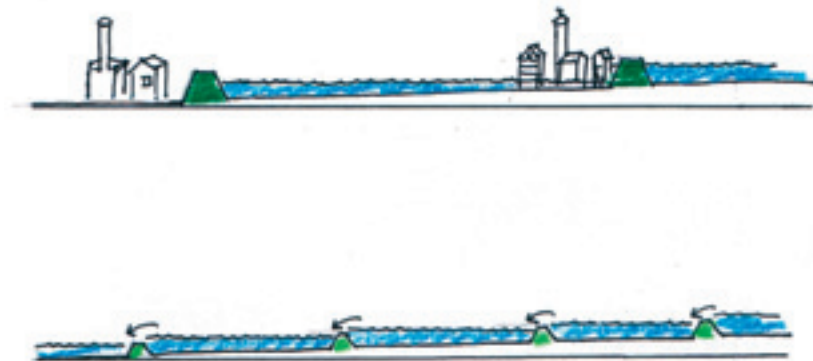
Uitwerking van de optie

De uitwerking van compartimentering is primair gericht op ruimtelijke beperking van schade en kan secundair bijdragen aan een goed verloop van evacuatie (tijdwinst).

Compartimentering is uitgewerkt in twee principes:

1. Het keren van water door middel van nieuwe, volwaardige waterkeringen in bestaande dijkkringen;
2. Het sturen van water door middel van lage dijken en kaden.

.....
Figuur 7
 Twee principes van compartimenteren



Compartimentering met nieuwe waterkeringen

De mogelijke aanleg van nieuwe waterkeringen in de bestaande dijkkringen van het plangebied kan worden gebaseerd op een aantal overwegingen. Compartimentering van bestaande dijkkringen met nieuwe dijken heeft als hoofdeffect dat bij een dijkdoorbraak een kleiner gebied zal overstromen met als gevolg dat de schade minder groot zal zijn in vergelijking met een niet gecompartmenteerd gebied. Een compartimenteringdijk is het meest efficiënt als gebieden waar veel mensen wonen en veel schadegevoelig vastgoed staat, extra goed wordt beschermd. Hetzelfde geldt voor bescherming van vitale hoofdtransportassen (wegen, spoorlijnen), waardoor economische schade en ontwrichting in de wijde omgeving wordt voorkomen. In dijkkring 43 ligt bijvoorbeeld behalve het stedelijk netwerk Arnhem-Nijmegen, belangrijke infrastructuur (A2, A50, A15,

Figuur 8
Ruimtelijk economische hoofdstructuur
volgens Nota Ruimte



Nationale Ruimtelijke
Hoofdstructuur: economie, infrastructuur,
verstedelijking

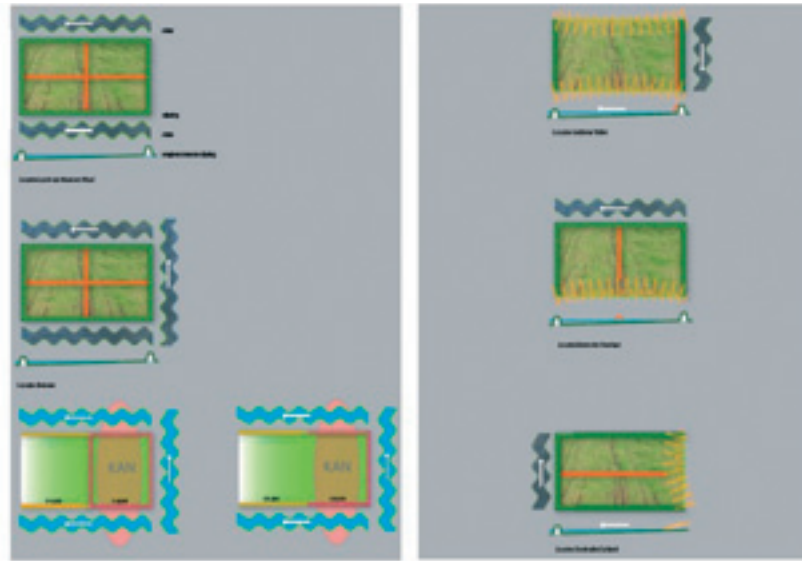
- economie**
- economisch kerngebied
- economisch kerngebied buitenland (illustratief)
- mainport
- brainport
- greenport
- infrastructuur**
- hoofdverbindingas water
- hoofdverbindingas spoor (w.o. Hanzelijn)
- Zuiderzeelijn / ontbrekende schakel IJzeren Rijn
- hoofdverbindingas weg
- ontbrekende schakel hoofdverbindingas weg
- scheepvaartroutes
- verstedelijking**
- nationaal stedelijk netwerk
- stedelijk netwerk buitenland (illustratief)
- nieuw sleutelproject
- ondergrond**
- vereenvoudigde topografie
- grens Exclusieve Economische Zone (EEZ) en 12-mijls zone

Betuwelijn en een tweetal noord-zuid spoorverbindingen), die vitaal zijn voor het functioneren van de Nederlandse maatschappij en economie.

Omdat het maaiveld in de dijkringen in het bovenrivierengebied met het rivierverhang mee afloopt, is het meest logische een compartimenteringdijk direct bovenstrooms van te beschermen gebieden te leggen.

Compartimentering van grote dijkkringen die met slechts een korte dijk lengte aan de rivier grenzen ('dwars' op de rivier staan) ligt niet voor de hand. Dit geldt met name voor de dijkkringen Gelderse Vallei en Kromme Rijn. De kleine dijkkringen ten Oosten van de IJssel geven geen aanleiding tot verdere compartimentering. Compartimentering van dijkkringen beperkt ruimtelijk de schade-effecten, maar vergroot potentieel de schade-effecten in de resulterende kleinere dijkkringen. Dit averechtse effect moet goed in de gaten worden gehouden bij ontwerp van compartimenteringdijken.

Figuur 9
schema's typen dijkkringen



Figuur 10
De belangrijkste cascade-effecten
in het plangebied



Aanleg van compartimenteringdijken kan niet alleen op het schaalniveau van de individuele dijkkring effectief zijn, maar ook op het niveau van (delen van) het riviersysteem. Het gaat daarbij om het voorkomen van potentieel zeer schadelijke cascade-effecten (systeemwerking), waarbij overstroming

van een bovenstrooms dijkkring zich uitbreidt naar andere benedenstrooms gelegen dijkringen (direct aangrenzend of via een andere rivier/riviertak).

Aanleg van een compartimenteringdijk in het Nederlands-Duitse grensgebied kan voorkomen dat water uit Duitsland Nederlands grondgebied binnenstroomt en omgekeerd.

Op basis van deze overwegingen zijn een aantal mogelijke compartimenteringdijken in het plangebied onderzocht. Tabel 7 geeft een overzicht van deze compartimenteringdijken. Uitgebreidere gegevens per dijk zijn vermeld in factsheets, onderdeel van de achterliggende onderzoeksrapportage.

Compartimenteren met lage dijken en kaden

Deze variant van compartimenteren is verkend aan de hand van bestaande studies voor het Land van Maas en Waal en de resultaten van het Water en innovatie (WINN)project Watervast voor dijkkring 43. Het doel van deze studies was om te onderzoeken of oude of bestaande dijken een hernieuwde functie kunnen krijgen in het binnendijkse gebied ter bevordering van de veiligheid en het beperken van schade in het geval van een overstroming. Voor het Land van Maas en Waal is geconcludeerd dat het reconstrueren van cultuur-historische kaden geen significante bijdrage levert aan het verminderen van de totale schade of risico van een dijkkring. Het kan soms zelfs leiden tot vergroting van de schade of de risico's. Strategische aanleg van nieuwe kaden kan wel leiden tot een verbetering van de veiligheidssituatie. Oude elementen kunnen daarbij wel een rol spelen om water zoveel mogelijk weg te leiden van bebouwde gebieden naar minder kwetsbare delen van de polder. Voor dijkkring 43 kan een schadereductie-effect van 1-2 miljard euro worden bereikt met een inrichting met lage kaden, sterk afhankelijk van de locatie van de dijkdoorbraak.

Tabel 7
Overzicht van onderzochte compartimenteringdijken

Nr	Dijkkring	Beschrijving	Belangrijkste overwegingen
C1*	43	Amsterdam – Rijnkanaal	Bescherming vitale infrastructuur en stedelijk gebied
C2*	43	Arnhem – Nijmegen	Bescherming stedelijk gebied
C3*	43	Ochten-Kesteren	Bescherming vitale infrastructuur, Bescherming stedelijk gebied
C4*	36	Den Bosch	Bescherming stedelijk gebied
C5*	53	Zwolle	Bescherming stedelijk gebied
C6	52	Apeldoorn	Bescherming stedelijk gebied
C7	41	Land van Maas en Waal Oost-West	voorkoming cascade-effect
C8	48	Spijk – Hoch Elten	voorkoming grensoverschrijdende overstroming, voorkoming cascade-effect
C9	48	Doetinchem	voorkoming cascade-effect
C10	42	Querdam/Kapitteldijk	voorkoming grensoverschrijdende overstroming

*: van deze compartimenteringsdijken is een kentallen kosten-batenanalyse gemaakt.

Figuur 11
Kaartjes compartimenteringdijken

C1



C2



C3



C4



C5



C6



C7



C8



C9



C10



2.6 Optie 5 Veiligheidsnormen verhogen

Procesbeschrijving van de uitwerking

De uitwerking van deze optie is grotendeels binnen het onderzoeksteam uitgevoerd. Voor de Rijnakken met gebruikmaking van het materiaal van en in samenspraak met de projectorganisatie PKB Ruimte voor de Rivier en de provincie Gelderland. Voor de Maas is gebruik gemaakt van bestaand materiaal van de Integrale Verkenning Maas (IVM-1)

Uitwerking van de optie

De optie normen verhogen is gericht op het verkleinen van de overstromingskansen onder extreme omstandigheden door het treffen van structurele maatregelen.

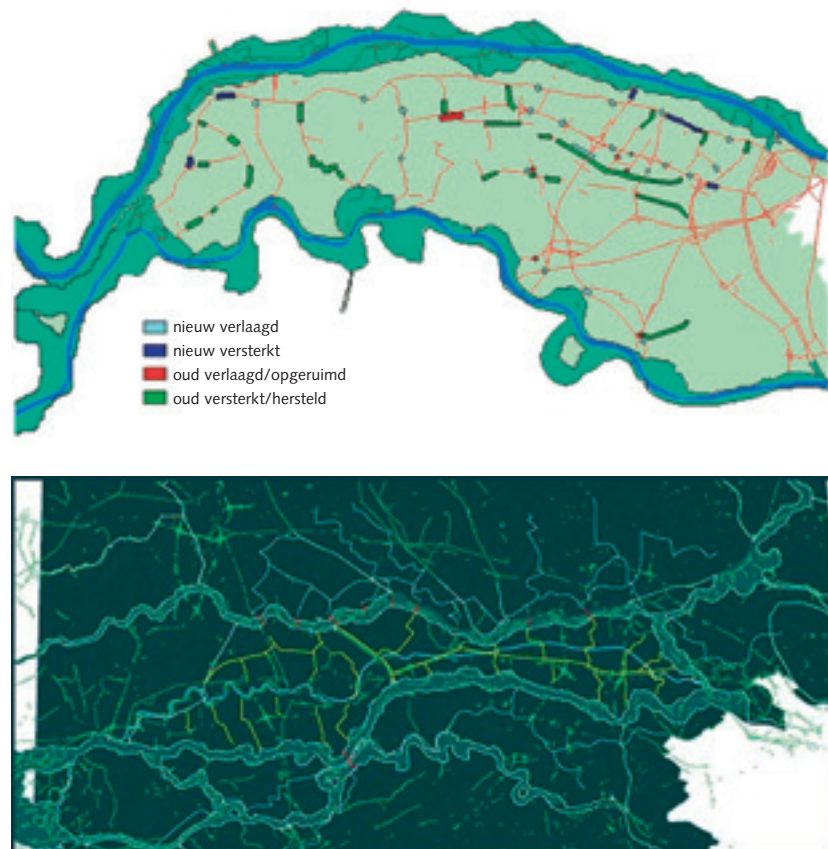
Deze optie is uitgewerkt in twee varianten:

1. normen verhogen met rivierverruiming (Meer ruimte voor de rivier)
2. normen verhogen met dijkversterking (Meer dijkversterking)

Meer ruimte voor de rivier langs de Rijn

Uitwerking van Meer rivierverruiming voor de Rijn is vertaald in een aantal maatregelenpakketten die uitgaat van het PKB Voorkeursalternatief (VKA) voor 16.000 m³/s (VKA d.d. september 2004). De reeds aanwezige extra ruimte in het voorkeursalternatief van de PKB Ruimte voor de Rivier is eerst benut voordat nieuwe maatregelen getroffen worden (van belang langs delen IJssel en Waal). Er zijn maatregelenpakketten gemaakt voor de stap van 16.000 naar 16.500, 17.000 en 18.000 m³/s. Het PKB-maatregelpakket voor de lange termijn (18.000 m³/s) is daarbij als basis gehanteerd. Een overzicht van de maatregelen in de vier pakketten (VKA, 16.500, 17.000 en 18.000 m³/s) staat in het achtergronddocument met de factsheets. Het belangrijkste onderscheid tussen het pakket voor 17.000 en

.....
Figuur 12
 Land van Maas en Waal en kaart
 Project Watervast



18.000 m³/s is de inzet van het retentiegebied Rijnstrangen. Het plangebied omvat niet het Benedenrivierengebied en de IJsseldelta. Omdat de waterstandeffecten op deze benedengrenzen worden bepaald door boven- en benedenstreams daarvan gelegen maatregelen, is extra aandacht besteed aan een goede kostenraming die te vergelijken is met de andere opties.

Meer dijkversterking langs de Rijn

Bij de optie normen verhogen met dijkversterking is verondersteld dat eventueel aanwezige overhoogte van dijken eerst wordt benut. Voor de Rijn is gebruik gemaakt van het referentiealternatief dijkversterking van de PKB Ruimte voor de Rivier en van de resultaten van onderzoek in het kader van de MKBA RvdR. Deze zijn geëxtrapoleerd naar de benodigde dijkverhoging voor afvoeren van 16.500 en 17.000 m³/s.

Tabel 8
Overzicht van onderzochte varianten normverhoging Rijn

Variant	Indicatieve taakstelling centimeter			
		Boven-Rijn, Waal, Pannerdensch Kanaal	IJssel	Neder-Rijn
16500 m ³ /s	15		10	0
17000 m ³ /s	30		15	0

Meer ruimte voor de rivier langs de Maas

Voor de Maas is het beeld nog niet zo scherp als dat voor de Rijn omdat er geen uitgewerkt langetermijnpakket is zoals voor de Rijn. In het onderzoek is gebruik gemaakt van de 'Blokkenoos' van IVM voor de Maasafvoeren van 4600 m³/s op basis van de aanname dat de maatregelen hoofdzakelijk zullen bestaan uit zomerbedverbreding en aanleg van hoogwater- en nevengeulen conform het IVM-scenario 'Netwerk met zomerbedverbreding'. De kosten van de beperktere varianten zijn naar rato van de kosten voor de 4600 m³/s variant bepaald.

Meer dijkversterking langs de Maas

Bij de Maas is eenzelfde methode gevolgd als die van het onderzoek in het kader van de MKBA RvdR. Met deze methode zijn kostenschattingen gemaakt voor dijkverhogingen voor afvoeren van 4000, 4200 en 4600 m³/s.

Tabel 9
Overzicht van onderzochte varianten normverhoging Maas

Variant	Indicatieve taakstelling centimeter	Investeringskosten M€		
		d.m.v. dijkversterking	d.m.v. rivierverruiming	
4000 m ³ /s	20	300	500	
4200 m ³ /s		40	460	1000
4600 m ³ /s	80	760	2000	

Variante voor de bedijkte Maas

In het gebied waar varianten voor het noodoverloopgebied Beersche overlaat zijn onderzocht liggen ook voorgestelde binnendijkse IVM-maatregelen voor retentie. Noord-Brabant wil graag een afweging kunnen maken tussen de alternatieven noodoverloop Beersche Overlaat, compartimentering en gedifferentieerde normverhoging. Door het waterschap Aa en Maas is een variant voorgesteld die een combinatie inhoudt van verschillende opties en

inzet van bestaande overhoogte van dijken.
 Het betreft een gedifferentieerde normverhoging voor de Maas van Boxmeer tot voorbij Den Bosch voor zowel de Brabantse als de Gelderse oever. Hiermee zou de veiligheid van alle kernen binnen dijkkring 36 structureel kunnen worden verbeterd.
 Deze variant zal aanvullend op de optie Normen verhogen worden onderzocht in een vervolgtraject op dit onderzoeksprogramma.

2.7 Vergelijking van de opties

2.7.1. Veiligheid

Kans op overstromen (via de overstromingskansen)

Er is nauwelijks effect te verwachten voor de vermindering van de overstromingskansen door **maatregelen in Duitsland en België**. Bij (boven)maatgevende omstandigheden overstromen al grote delen van de stroomgebieden van Rijn en Maas. Structurele maatregelen als retentie hebben dan hun functie, verlaging van de hoogwaterstanden voor Nederland, verloren. Wel kan de afvoer toenemen door het treffen van fysieke noodmaatregelen bovenstrooms. De overstromingskansen op de Rijntakken worden hierdoor wat groter. De overstromingskansen op de bedijkte Maas zijn wat ongevoeliger voor de extreem hoge afvoer bij de landsgrenzen. De waterstand waarbij dijken falen (0,50 m boven maatgevende waterstand) wordt al bij een afvoer van ongeveer 4300 m³/s bereikt: dat is lager dan de maximaal mogelijke afvoer bij het afvoerplafond van 4600 m³/s. Door de relatief grote onzekerheid in waterstand kan dat zelfs al bij een lagere afvoer het geval zijn.

De effecten van de inzet van **fysieke noodmaatregelen** kunnen groot zijn. Wanneer de waterkeringen op orde zijn is het namelijk mogelijk om het riviersysteem van de Rijn en de Maas in combinatie met de inzet van organisatorische noodmaatregelen maximaal te benutten. Hiermee kan naar verwachting tot 17.000 m³/s voor de Rijn en 4000 m³/s voor de Maas worden afgevoerd zonder dat er een overstroming plaatsvindt. Voorwaarde is dat de organisatorische maatregelen volledig zijn geëffectueerd en 'piping' geen problemen oplevert. Vooral de fysieke noodmaatregelen als zandzakken en strobalen blijken effectieve middelen te zijn om langs de Rijntakken het falen door wind te reduceren. De dijkkringgebieden langs de bedijkte Maas hebben minder baat bij dit type maatregel. De reden daarvan is dat hier falen door hoge waterstanden ook een belangrijke oorzaak vormt.

De effectiviteit van **noodoverloopgebieden** is bij de overschrijdingskansenbenadering groter dan bij de overstromingskansenbenadering het geval is. Dit heeft te maken met het feit dat bij de overschrijdingskansenbenadering alleen wordt gekeken naar overschrijding van de maatgevende afvoer en bijbehorende maatgevende waterstand. Wat bij deze benadering niet wordt meegenomen is dat er ook andere oorzaken zijn waardoor een dijk kan bezwijken zoals golfoverslag door wind en onzekerheid in de met modellen berekende maatgevende waterstand. Wordt dit wel in rekening gebracht, blijkt de effectiviteit een stuk minder te zijn.
 De effectiviteit wordt nog kleiner als bedacht wordt dat een dijk ook reststerkte heeft. Bij de overstromingskansenbenadering wordt deze reststerkte in rekening gebracht, bij de overschrijdingskansenbenadering is dit niet het geval. Het noodoverloopgebied wordt al ingezet terwijl de dijk nog voldoende reststerkte heeft om de waterstand te keren.

Compartimenteren richt zich uitsluitend op vermindering van schade en andere gevolgen van overstromingen. Overschrijdings- en overstromingskansen per dijkvak veranderen niet en blijven dus gelijk aan die in de referentie. De overstromingskans van één van de nieuwe compartimenten, die ontstaan als gevolg van de aanleg van een compartimenteringdijk, neemt echter af. Immers, de overstromingskans van een dijkkring of compartiment wordt (vooral) bepaald door het dijkvak met de relatief grootste overstromingskans. Bij de meeste onderzochte compartimenteringdijken blijkt de veiligheid van het benedenstroomse compartiment toe te nemen doordat deze niet langer bedreigt wordt door het falen van een dijkvak met een relatief grote kans dat in het bovenstroomse gelegen compartiment ligt.

De optie **verhogen van de veiligheidsnormen** heeft een forse invloed op de overstromingskansen: beide oorzaken, falen door wind én waterstand, profiteren. Deze optie reduceert zowel bij de overschrijdingskansbenadering als de overstromingskansbenadering de kans op overstromen. De maatregelen zijn effectief voor alle faalmechanismen, dit geldt voor meer rivierverruiming nog meer dan voor meer dijkversterking.

Samenhang met structurele maatregelen

Alle maatregelen vertonen een sterke samenhang met de structurele maatregelen zoals die voorzien zijn in de PKB Ruimte voor de Rivier en de Integrale Verkenning Maas. Immers, wanneer er binnen deze projecten meer of andere structurele maatregelen genomen worden dan waar in de oorspronkelijke kansberekeningen van uitgegaan is, dan kan dat de kansen in de referentiesituatie beïnvloeden en daarmee ook het rendement van de maatregelen.

Een belangrijk voorbeeld hiervan is de relatie tussen de maatregel Overdiepse Polder en een compartimenteringdijk nabij Den Bosch. Door de aanleg van de Overdiepse Polder worden de overstromingskansen van dijkvakken nabij Den Bosch verkleind waardoor afscheiding van Den Bosch van de rest van de dijkkring door middel van een compartimenteringdijk vanuit veiligheidsoogpunt extra aantrekkelijk wordt. Een voordeel dat ook geldt voor andere varianten. Hierbij dient bedacht te worden dat, mede met het oog op klimaatveranderingen, de maatregel Overdiepse Polder ruimer gedimensioneerd is dan thans wettelijk noodzakelijk is. Afhankelijk van de effecten van klimaatverandering zal het rendement van deze maatregel op langere termijn afnemen. Het is denkbaar dat in de toekomst extra (structurele) maatregelen in de omgeving van Den Bosch nodig worden om het verschil in veiligheid tussen een bovenstroomse en benedenstroomse compartiment in stand te houden.

Bestuurlijke robuustheid

In algemene zin zijn de opties die aansluiten bij de huidige praktijk van hoogwaterbescherming (normen verhogen, organisatorische maatregelen) bestuurlijk robuuster dan de voor het beleid nieuwe maatregelen.

Voor zover de **internationale afstemming** gaat over wederzijdse informatieverschaffing en beleidsafstemming (niet afwentelen etc.) kan deze optie kwetsbaar zijn voor politiek/ bestuurlijke veranderingen. Indien vastgelegd in een verdrag is de kwetsbaarheid veel minder. Voor zover het gaat om grensoverschrijdende ruimtelijke ingrepen (compartimenteringdijken, noodoverloopgebieden) is de situatie anders. Compartimenteringdijken op de grens zijn robuust. Grensoverschrijdende noodoverloopgebieden zijn wel kwetsbaar voor bestuurlijk/politieke veranderingen.

De inzet van **organisatorische maatregelen** vraagt ook om duidelijke afspraken over de verantwoordelijkheidsverdeling en bestuurlijke besliskracht voor het moment, de mate en locaties van inzet. De calamiteitenorganisatie (inclusief noodmaatregelen) is, zeker in geval van zeer zelden optredende calamiteiten als overstroming, op de lange duur bestuurlijk en politiek niet zo robuust. De organisatie zal steeds actief moeten worden beheerd. Ook is voldoende, blijvende politieke en bestuurlijke aandacht noodzakelijk voor het instandhouden van de organisatie van rampenbeheersing, aanwezigheid en onderhoud van materiaal voor noodmaatregelen en oefeningen, e.d.

De inzet van een **noodoverloopgebied** met een regelbaar inlaatwerk (waar we het over hebben) is afhankelijk van menselijk handelen. Daarmee hangt samen dat er duidelijkheid nodig is over de bestuurlijke besliskracht en de verantwoordelijkheidsverdeling bij het moment van inzet. De effectiviteit van een noodoverloopgebied is afhankelijk van voldoende blijvende politieke en bestuurlijke aandacht voor het instandhouden van de maatregel.

De opties **compartimenteren** en **veiligheidsnormen verhogen** zijn onafhankelijk van een besluit over inzet, met uitzondering van eventueel te sluiten coupures in de compartimenteringdijken.

2.7.2. Meekoppelen met andere beleidsterreinen

Een gebied dat aangewezen is als **noodoverloopgebied** krijgt een toekomst als een niet stedelijk en relatief extensief gebruikt gebied. De huidige gereserveerde gebieden zijn grotendeels landelijke gebieden die vanuit de ruimtelijke ordening al een conserverende ruimtelijke bestemming hebben. Vooral functies als grondgebonden landbouw, natuur en openluchtrecreatie kunnen profiteren van de functie als noodoverloopgebied. Met flankerend beleid kunnen kansen voor regionale ontwikkelingen in de gebieden gestimuleerd worden en eventuele tijdelijke negatieve ruimtelijk gevolgen worden gecompenseerd. De ruimtelijke gevolgen bij inpassing van vooral de varianten waar grote inundatiedieptes te verwachten zijn, is meer problematisch. Dit geldt het meest voor de Ooijpolder, zowel zonder bescherming als met bescherming van woonkernen. In het laatste geval zullen hoge ringdijken rondom de woonkernen aangelegd worden.

De optie **compartimenteren** van dijkringen met lagere kaden lijkt veel mogelijkheden te hebben om andere beleidsterreinen aan te kunnen koppelen. De optie **normen verhogen** met meer rivierverruiming langs de Rijn kan goed aansluiten bij de tweede doelstelling van de PKB Ruimte voor de Rivier om naast meer veiligheid ook de ruimtelijke kwaliteit in het rivierengebied te verbeteren.

Afspraken en maatregelen die voortkomen uit **internationale afstemming** zijn zeer belangrijk voor de optimalisatie van de inzet van de maatregelen ten behoeve van de hoogwatersituatie in Nederland. Afspraken en maatregelen in internationaal verband zijn ook altijd meer complex en minder flexibel dan afspraken en maatregelen op nationaal niveau.

Nederland heeft bij monde van Staatssecretaris Schultz toegezegd aan minister Höhn van Nordrhein Westfalen dat Duitsland geen negatieve effecten zal ondervinden van **noodoverloopgebieden** in Nederland. De Staatssecretaris heeft ook toegezegd een antwoord te zullen geven op de vraag of Nederland gaat meewerken aan de verbetering van de Querdam

en de Kapitteldijk. Dit kan verder worden bekeken in het kader van het onderzoek naar mogelijke **compartimentering** van de grensdijkeringen (42 en 48) (zie hoofdstuk 3, Conclusies).

2.7.3. Draagvlak

In de praktijk bleek dat vergelijking van de opties aan de hand van het criterium draagvlak, in deze fase van het onderzoek niet zinvol kon worden uitgevoerd.

2.7.4. Uitvoerbaarheid

Technische uitvoerbaarheid

Alle opties zijn technisch te realiseren met bestaande kennis en technieken. De uitvoerbaarheid van de inzet van **noodoverloopgebieden** en **organisatorische maatregelen** zijn het meest gevoelig omdat daar menselijk handelen aan te pas komt. Technische paraatheid kan een zwak punt worden op langere termijn (bij verlies van bestuurlijk/maatschappelijke aandacht). Dit geldt ook bij **compartimenteren** als daar coupures in b.v. infrastructuur gesloten moet worden.

Organisatie rampenbeheersing

Welke optie of combinatie van opties er ook gekozen wordt, de organisatorische maatregelen die passen bij de optie Organisatorische Maatregelen zullen te allen tijde moeten worden genomen. Organisatorische maatregelen zijn basisvoorwaarden voor de uitvoering van de rampenbeheersingsstrategie overstromingen Slechts in een paar gevallen moeten er aanvullende organisatorische maatregelen worden genomen bij keuze voor één of meer van de andere opties. Slechts bij de opties Noodoverloopgebieden en Compartimentering is er sprake van een beperkt aantal aanvullende organisatorische maatregelen. Ook is het type organisatorische maatregelen in het algemeen onafhankelijk van de optie. De concrete invulling hiervan (bijvoorbeeld de wijze van evacueren, benodigde capaciteit in mensen en materieel) kan wel per optie verschillen.

Wet- en regelgeving

Alle opties zijn juridisch uitvoerbaar, mits er tijdig rekening wordt gehouden met de eventueel benodigde wetwijzigingen en mogelijke schaderegelingen voortvloeiend uit diverse wetten.

Voor de optie **veiligheidsnormen verhogen** zal een normmutatie via een wijziging van de Wet op de waterkering moeten worden gerealiseerd. Voor de optie **compartimenteren** zal de wet- en regelgeving nog nader moeten worden uitgezocht.

2.7.5. Kosten

De globale investeringskosten van de maatregelen worden op pagina 42 en 43 voor de Maas en Rijn afzonderlijk in een tabel weergegeven. Er is niet gekeken naar de eventuele kosten van internationale afstemming.

Tabel 10
Kosten van maatregelen voor de Maas
(in miljoen euro)

Maatregel	Investering
Fysieke noodmaatregelen*	
Noodoverloopgebieden	
NB1: Kleine variant, zonder bescherming woonkernen	230
NB2: Kleine variant, met bescherming woonkernen	280
NB3: Grote variant, zonder bescherming woonkernen	305
NB4: Grote variant, met bescherming woonkernen	450
NB6: Middelgrote variant, zonder bescherming woonkernen	190
NB7: Middelgrote variant, met bescherming woonkernen	305
NB8: Grote variant voor weinig water, zonder bescherming woonkernen	225
Compartmentering	
Dijkkring 36; Den Bosch	95
Dijkverhoging	
Dijkverhogen 4000 m ² /s	300
Dijkverhogen 4200 m ² /s	460
Dijkverhogen 4600 m ² /s	760
Rivierverruiming	
Rivierverruiming 4000 m ² /s	500
Rivierverruiming 4200 m ² /s	1000
Rivierverruiming 4600 m ² /s	2000

*Voor de fysieke noodmaatregelen zijn de gemiddelde kosten per jaar ingeschat op 0,3m€.

Planschade

Er is bij de opties noodoverloopgebieden, compartimenteren en normen verhogen mogelijk sprake van planschade. Ook kunnen situaties aan de orde zijn waar nadeelcompensatie een rol speelt. De kosten hiervan kunnen aanzienlijk zijn. Ervaringen met de HSL en de Betuweroute leren dat de kosten hierdoor aanzienlijk kunnen toenemen.

2.8 De resultaten van de maatschappelijke kostenbatenanalyse

In de maatschappelijke kosten-batenanalyse is gekozen om als rendementsmaatstaf het **eerstejaarsrendement** in 2015 te gebruiken. Dit is ook gebeurd in de kosten-batenanalyse voor de PKB Ruimte voor de Rivier. Dit rendement is gedefinieerd als:

- de vermindering van het overstromingsrisico in euro's (de baten) in 2015
- gedeeld door de gemiddelde kosten in euro's van de maatregel per jaar.

In de volgende twee figuren staat dit **eerstejaarsrendement** van de maatregelen afgezet tegen de procentuele vermindering van het overstromingsrisico (de effectiviteit) die daarmee bereikt kan worden. Deze resultaten zijn berekend op basis van overstromingskansen. Rendabele maatregelen bevinden zich in het groene gebied, rechts van een baten-kostenverhouding van 1,0. De optie integrale normverhoging bestaat uit een (lichtgekleurd) gebied tussen twee lijnen die overeenkomen

Noten

³ N.B.: De bedragen bij dijkverhoging en rivierverruiming zijn niet cumulatief.

met rivierverruiming (links) en dijkversterking (rechts). Om de rendementsscore van (fysieke) noodmaatregelen te kunnen tonen is de schaal geheel rechts bij zowel de Rijn als de Maas aangepast. Onderstaande figuren illustreren de belangrijkste uitkomsten van de MKBA.

Voor de Rijn kunnen de volgende conclusies worden getrokken:

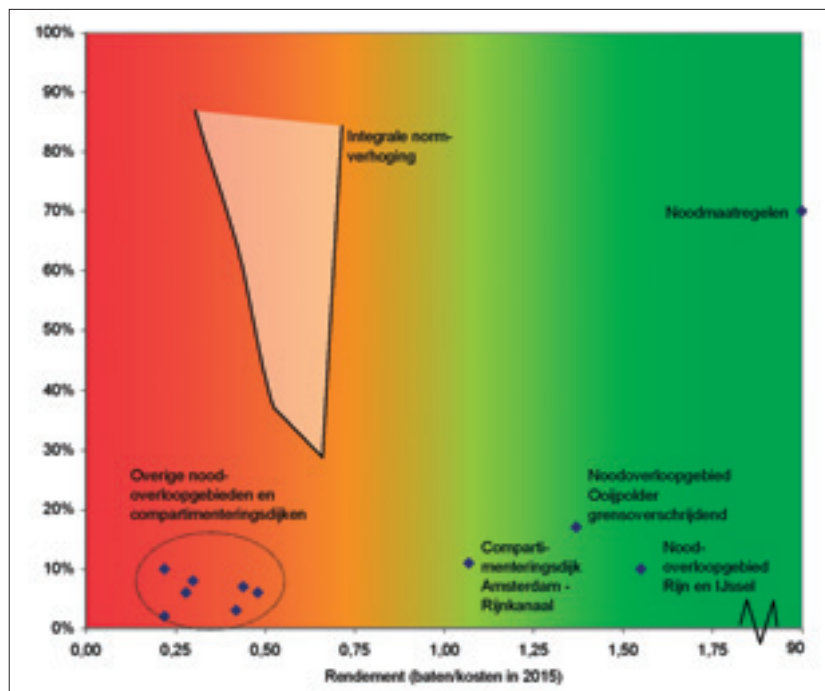
1. Er kan een grote reductie van het overstromingsrisico (70%) behaald worden met fysieke **noodmaatregelen**. In combinatie met de lage kosten van deze maatregel leidt dit tot een uitzonderlijk gunstige verhouding tussen kosten en baten (let op schaalspiong x-as).
2. Er is een geringer effect op het overstromingsrisico bij **noodoverloopgebieden** (minimaal 5% en maximaal 15%). Grotere varianten van noodoverloopgebieden zijn relatief goedkoop en hebben een relatief groot bergingsvolume; dit resulteert in twee gevallen (bij de grensoverschrijdende variant van de Ooijpolder (NO4) en de variant waarbij de gehele dijkkring Rijn en IJssel (NR2) als noodoverloopgebied wordt ingezet) in een gunstige verhouding tussen kosten en baten. De overige varianten van de noodoverloopgebieden, waaronder de varianten zoals die zijn voorgesteld door de commissie Luteijn, zijn onrendabel.

Tabel 11
Kosten van maatregelen voor de Rijn
(in miljoen euro)

Maatregel	Investering
Fysieke noodmaatregelen*	
Noodoverloopgebieden	
NR1 Rijnstrangen	120
NR2 Gehele dijkkring Rijn en IJssel	50
NR3 Rijnstrangen grensoverschrijdend	110
NO1 Ooij en Millingen zonder omdijking woonkernen	230
NO2 Ooij en Millingen met omdijking woonkernen	360
NO3 Alleen Ooijpolder	190
NO4 Ooij en Millingen grensoverschrijdend	100
Compartmentering	
Dijkkring 43; Amsterdam-Rijnkanaal	80
Dijkkring 43; spoorlijn Arnhem-Nijmegen	80
Dijkkring 43; Ochten/Kesteren	55
Dijkkring 53; Zwolle	80
Dijkkring 52; Apeldoorn	5
Dijkkring 41; Land van Maas en Waal	270
Dijkkring 48; Spijk – Hoch Elten	25
Dijkkring 48; Doetinchem	50
Dijkkring 42; Querdam/Kapitteldijk	55
Dijkverhoging	
Dijkverhogen 16500 m ³ /s	400
Dijkverhogen 17000 m ³ /s	750
Dijkverhogen 18000 m ³ /s	1100
Rivierverruiming³	
Rivierverruiming 16500 m ³ /s	650
Rivierverruiming 17000 m ³ /s	1400
Rivierverruiming 18000 m ³ /s	2600

*Voor de fysieke noodmaatregelen zijn de gemiddelde kosten per jaar ingeschat op 0,3m€.

Figuur 13
Rentabiliteit versus effectiviteit van maatregelen, Rijn



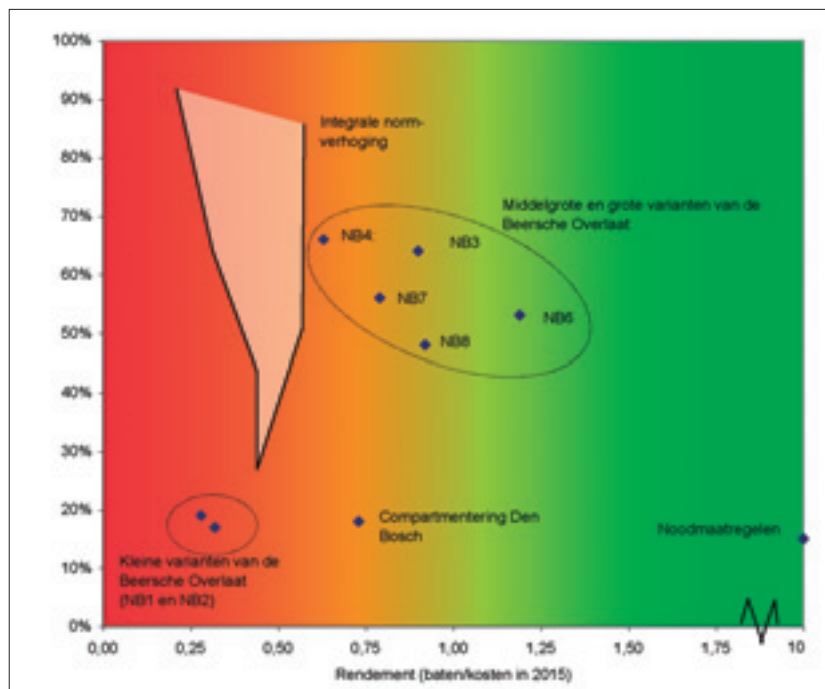
- Er is een gunstig rendement van een **compartimenteringsdijk** langs het Amsterdam-Rijnkanaal. De baten van de reductie van het overstromingsrisico met circa 10% wegen op tegen de geschatte kosten. De overige compartimenteringsdijken die zijn meegenomen in de kosten-batenanalyse (twee in de Betuwe (C2 en C3) en één bovenstrooms van Zwolle (C5); zie ook Tabel 7), blijken niet rendabel te zijn.
- De kosten van integrale **normverhoging** (door middel van dijkversterking of rivierverruiming) zijn hoger dan de baten, dus de baten wegen niet op tegen de kosten van (aanzienlijke) reductie van het overstromingsrisico dat daarmee bereikt kan worden. Bij deze uitkomst wordt benadrukt dat bij de baten van rivierverruimende maatregelen uitsluitend is gekeken naar de veiligheidsbaten en niet naar andere baten zoals een toename van ruimtelijke kwaliteit.

Zoals eerder aangegeven, is ter beoordeling van maatregelen voor restrisico-reductie een berekening op basis van overstromingskansen meer geschikt dan één op basis van overschrijdingskansen. Het achtergronddocument van de kosten-batenanalyse laat zien dat wanneer de kosten-batenanalyse gebaseerd zou zijn op overschrijdingskansen in plaats van overstromingskansen, zoals ook is gedaan door de Commissie Luteijn, de noodoverlooppgebieden als rendabele optie naar voren komen.

Bij de Maas pakken de resultaten anders uit dan bij de Rijn:

- De reductie van het overstromingsrisico dat behaald kan worden wanneer **noodmaatregelen** succesvol worden ingezet is met 15% veel geringer dan bij de Rijn. Dit wordt met name veroorzaakt doordat de invloed van wind op de hoogte van de overstromingskans van dijkeringen langs de Maas beperkter is dan bij de Rijn; noodmaatregelen zoals zandzakken werken met name goed als bescherming tegen golven die ontstaan door wind. In combinatie met de lage kosten leidt dit niettemin tot een zeer gunstige verhouding tussen kosten en baten (let op schaalsporg x-as).

Figuur 14
Rentabiliteit versus effectiviteit van maatregelen, Maas



2. Door de inzet van een middelgroot of groot **noodoverloopgebied** kan bij de Maas een forse reductie van het overstromingsrisico behaald worden (50% tot 65%). Het rendement van de middelgrote en grote varianten van de noodoverloopgebieden zonder bescherming van woonkernen (NB6 en in mindere NB3 en NB8) valt gunstig uit. Wanneer overgegaan wordt tot het beschermen van de woonkernen in de middelgrote en grote varianten, dan neemt het rendement af (NB4, NB7). De kleinere varianten van de noodoverloopgebieden zoals voorgesteld door de Commissie Luteijn (NB1 en NB2) leiden tot een geringere reductie van het overstromingsrisico en zijn niet rendabel.
3. Het rendement van een **compartimenteringdijk** ten oosten van Den Bosch is vergelijkbaar met het rendement van de middelgrote en grote varianten van de noodoverloopgebieden met bescherming van woonkernen (NB4, NB7). Door een compartimenteringdijk ten oosten van Den Bosch kan het overstromingsrisico met circa 20% worden gereduceerd.
4. Ook voor de Maas valt op dat de baten van integraal **normverhogen** middels dijkversterking of rivierverruiming in geen enkel geval opwegen tegen de kosten van de aanzienlijke reductie van het overstromingsrisico dat daarmee bereikt kan worden (25 tot 90%). Ook hier geldt dat bij de baten van rivierverruimende maatregelen uitsluitend is gekeken naar de veiligheidsbaten en niet naar andere baten zoals een toename van ruimtelijke kwaliteit.
5. Het achtergronddocument van de kosten-batenanalyse laat zien dat wanneer de kosten-batenanalyse gebaseerd zou zijn op overschrijdingskansen in plaats van overstromingskansen, zoals dit is gedaan door de Commissie Luteijn, alle varianten van noodoverloopgebieden voor de Maas als rendabele optie naar voren komen.

Aandachtspunten

Normverhogen op onderdelen

Integrale normverhoging, d.w.z. voor de gehele Rijn of Maas, is niet rendabel. Per tak bekeken kan deze conclusie anders uitpakken: normverhoging langs de IJssel lijkt een nader onderzoek waard. Dit wordt veroorzaakt door de relatief grote overstromingskansen langs de IJssel.

Effect gekozen afvoerplafond Rijn

De gepresenteerde resultaten van de kosten-batenanalyse voor de Rijn zijn berekend bij een afvoerplafond van 1000 m³/s boven de maatgevende afvoer. Bij dit afvoerplafond komen noodoverloopgebieden (aanmerkelijk groter dan de Luteijn-varianten) als beste maatregel naar voren, gevolgd door een compartimenteringdijk langs het Amsterdam-Rijnkanaal. Bij een lager afvoerplafond van 500 m³/s boven de maatgevende afvoer komen deze grote noodoverloopgebieden niet meer als rendabel uit de kosten-batenanalyse terwijl het rendement van de compartimenteringdijk juist toeneemt.

Systeemwerking

In de kosten-batenanalyse is bij gebrek aan beter uitgegaan van een schatting van de overstromingsschade in individuele dijkkringen. Dit uitgangspunt gaat eraan voorbij dat een overstroming van een dijkkring kan leiden tot vervolgoverstromingen in andere dijkkringen (systeemwerking). Dit gevaar kan zich met name voordoen bij de dijkkringen 48 (Rijn en IJssel) en 41 (Land van Maas en Waal). Een tweede consequentie van het niet kunnen meenemen van systeemwerking is dat er bij de optie compartimentering benedenstroomse positieve effecten buiten beeld zijn gebleven. Het rendement van de compartimenteringdijken wordt daarmee onderschat. Zowel bij Rijn als Maas geldt dat de aangegeven effectiviteit betrekking heeft op de veiligheid voor alle dijkkringen. Voor de dijkkringen waarin de compartimentering valt is de effectiviteit vanzelfsprekend hoger.

Schade

De substantiële economische schade die kan ontstaan wanneer belangrijke transportaders, zoals de A2, die loopt door de dijkkringen 36 (Land van Heusden/de Maaskant), 38 (Bommelerwaard) en 43 (Betuwe, Tieler- en Culemborgerwaard), zit niet in de gehanteerde schadebedragen. Dit leidt tot een onderschatting van de effectiviteit van maatregelen.

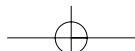
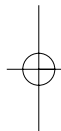
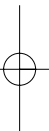
Daar staat tegenover dat de baten van de maatregelen zijn gebaseerd op schadebedragen die bepaald zijn door middel van een globale methode (zoals deze ook gehanteerd is in VNK). Gedetailleerde schadeberekeningen (ook in het kader van VNK) wijzen erop dat deze bedragen een overschatting kunnen geven van de verwachte schade. Hierdoor zou het rendement van maatregelen lager kunnen uitvallen.

Structurele maatregel Maas

De effectiviteit van een compartimenteringdijk bij Den Bosch is mede afhankelijk van de geplande maatregel Overdiepse Polder in het kader van de PKB Ruimte voor de Rivier. Een voordeel dat ook geldt voor de andere varianten. De Overdiepse Polder is met het oog op klimaatsverandering en bodemdaling ruimer gedimensioneerd dan in 2015 wettelijk noodzakelijk is. Deze overdimensionering heeft een gunstige invloed op het eerstejaarsrendement van de Beersche overlaat en van de compartimenteringdijk bij Den Bosch. Afhankelijk van de effecten van klimaatverandering zal het rendement van deze maatregel op langere termijn afnemen.

Reststerkte en relatief zwakke plekken

Het studiegebied kent een hoog percentage waterkeringen met een grote reststerkte. Relatief zwakke plekken zijn dijktrajecten die weliswaar aan de wettelijke norm voldoen maar waarvan de kans op falen ten opzichte van de rest van de dijkkring relatief groot is. Deze plekken bepalen de feitelijke overstromingskans van de dijkkring. Gedurende het onderzoek is duidelijk geworden dat deze plekken op aanzienlijke schaal in het studiegebied voorkomen. Een optie om juist deze plekken te versterken (feitelijk is dit zéér geoptimaliseerd normverhogen) maakte geen deel uit van de onderzoeksopdracht en kon ook praktisch in het kader van het onderzoek RBSO niet worden uitgewerkt. Niet uitgesloten kan worden dat een dergelijke optie een gunstig rendement heeft.



3. Conclusies

Dit hoofdstuk geeft de conclusies die volgen uit het onderzoek. Ze worden per optie gepresenteerd. De hoofdconclusies zijn samengebracht in een overzicht dat voorin dit rapport bij de samenvatting is opgenomen. Het hoofdstuk wordt afgesloten met een paragraaf over kennisleemtes.

3.1 Internationale afstemming

3.1.1 Groot effect op beperking van gevolgen

- Betere bestuurlijke en operationele afstemming tussen de landen zowel vóór als tijdens een ramp, kan leiden tot een groot effect op de reductie van de gevolgen van een overstroming.
- Tijdige informatie-uitwisseling betekent dat er beter kan worden geanticipeerd op ontwikkelingen. Zeker bij mogelijke evacuaties is iedere tijdwinst van cruciaal belang.

3.1.2 Afstemming in grensgebied is kansrijk

Het gebied benedenstrooms van Wesel (zo'n 50 km stroomopwaarts van Lobith) tot in Nederland heeft ruwweg hetzelfde veiligheidsniveau. Kansrijk is het afstemmen en optimaliseren van de geplande hoogwaterbeschermende maatregelen in het grensgebied.

3.1.3 Nauwelijks afvoerreductie door extra maatregelen

- Aanvullende fysieke maatregelen in het stroomgebied van Duitsland en België leiden nauwelijks tot andere afvoeren en daardoor tot vermindering van de kans op overstromen langs de Rijn en Maas.
- In Duitsland zijn hoogwaterbeschermende maatregelen, zoals retentiegebieden langs de Rijn, gepland. Duitsland is tot op heden niet van plan nog meer maatregelen te treffen. Grootschalige afvoer-reducerende maatregelen in België lijken voorlopig niet aan de orde.

3.2 Organisatorische maatregelen

3.2.1 Onvoldoende paraatheid

De huidige organisatie is onvoldoende paraat voor een (dreigende) overstromingsramp tot maatgevende afvoeren, laat staan voor situaties bij extreem hoge, bovenmaatgevende afvoeren. Er zijn verbeteringen in de preparatie mogelijk op de volgende onderdelen:

- De kwaliteit van de plannen van alle betrokken decentrale overheden voor wat betreft:
 - Compleetheid en uniformiteit,
 - Aansluiting op plannen van andere overheden
 - Communicatie naar de burger
 - Omvang benodigde personele inzet en hulpmiddelen.

- De evacuatieplannen zijn onvoldoende toegespitst op de omvang van het te evacueren gebied en evacuatie als logistieke operatie is onvoldoende doordacht.
- De nafase is nog niet goed in beeld.
- Hardheid van technische informatie voor bestuurlijke beslissingen.
- Afstemming met het buitenland bij grensoverschrijdende dijkringen.
- Effectief multidisciplinair oefenen gebeurt nog onvoldoende.

3.2.2 Centrale regie en bestuurlijke doorzettingsmacht onvoldoende

- De gecoördineerde en slagvaardige aanpak op centraal niveau (nationale regievoering) is onvoldoende helder. Voldoende bestuurlijke doorzettingsmacht is essentieel voor een goede rampenbeheersing.
- Meer helderheid is nodig over de aansturings- en coördinatielijnen. Dit geldt met name voor:
 - Opschalingssystematiek
 - Grenzen tussen algemeen-bestuurlijke- en waterkolom: de rol van de waterbeheerder in de ontwikkeling van de veiligheidsregio's is nog onvoldoende expliciet.

3.2.3 Grote capaciteitstekorten voorzienbaar

- De capaciteit van mensen, materiaal en materieel is een knelpunt dat ook bij andere rampen een grote rol speelt. Het wegwerken van de voorspelbare capaciteitstekorten op het gebied van de hulpverlening zal moeilijk te realiseren zijn.
- De capaciteit voor de fysieke noodmaatregelen kan na verdere specificatie met de waterbeheerders op orde worden gebracht. De kosten hiervoor zijn naar verwachting relatief laag en het effect is bij inzet groot.

3.2.4 Fysieke noodmaatregelen zijn effectief

- Met fysieke noodmaatregelen (zandzakken e.d.) kunnen door wind en golven ontstane hogere afvoeren gekeerd worden en zo kan een overstroming voorkómen worden, mits voldoende capaciteit beschikbaar is. Het gaat bij de Rijn om hogere afvoeren van 500 m³/s en voor de Maas om 200 m³/s. Als piping onder controle is kan een verdubbelde (hogere) afvoer worden gekeerd.
- Indien aan alle voorwaarden voor succesvolle inzet van fysieke noodmaatregelen kan worden voldaan dan treedt voor de Rijn de vraag naar voren in hoeverre aanvullende maatregelen nog toegevoegde waarde hebben. Voor de Maas geldt dit niet, sterker nog, in een aantal gevallen blijken de fysieke noodmaatregelen en overige maatregelen elkaar juist goed aan te vullen.

3.3 Noodoverloopgebieden

Hierbij zijn meer varianten onderzocht dan de op grond van het advies van de Commissie Luteijn gereserveerde gebieden.

3.3.1 Rendabel bij de Maas alleen bij grotere varianten:

- Op basis van het onderzoek naar de Beersche Overlaat als noodoverloopgebied voor de Maas kan geconcludeerd worden dat de variant die in de Nota Ruimte is gereserveerd als niet rendabel uit de kosten-batenanalyse komt. De grotere varianten die zijn uitgewerkt en onderzocht blijken als wel rendabel uit de kosten-batenanalyse te komen.

3.3.2 Onvoldoende rendabel voor de Rijn

- Op basis van de huidige inzichten, rekening houdend met verschillende faalmechanismen (overstromingskansbenadering), zijn de noodoverloopgebieden die gereserveerd waren in de Nota Ruimte onvoldoende rendabel.

3.3.3 Kostenbeperking bij de Rijn niet reëel

- Bij grensoverschrijdende varianten is een betere kosten-batenverhouding mogelijk als de investeringskosten tot een minimum beperkt zouden kunnen worden. Gezien afspraken met Duitsland is dit echter niet aan de orde omdat dan de noodoverloopgebieden Rijnstrangen en Ooijpolder deels op Duits grondgebied komen te liggen.
- Een variant van Rijnstrangen met alleen een inlaatwerk en zoveel mogelijk natuurlijk grenzen binnen Nederland (heel dijkkring Rijn en IJssel) leidt bij inzet tot zeer grote schade in de dijkkring zelf.

3.4 Compartimenteren

3.4.1 Compartimenteren kansrijk voor twee dijkringen

- Het opdelen van bestaande dijkringen in compartimenten met een nieuwe dijk biedt kansen voor dijkkring 36 en 43. Kansrijke locaties liggen ten oosten van Den Bosch in dijkkring 36 en aan de oostzijde van het Amsterdam-Rijnkanaal in dijkkring 43. Met relatief geringe investeringen kan een grote bijdrage worden geleverd aan de veiligheid en het vermijden van schade, terwijl een goede ruimtelijke inpassing mogelijk is.
- Grote economische en maatschappelijke ontwrichting door tegelijkertijd en langdurig uitvallen van de spoor- en wegvervoersassen kan met compartimentering worden voorkómen.
- De uitkomst van de kosten-batenanalyse voor de dijk ten oosten van Den Bosch zit op de grens van twijfelachtig en rendabel.
- De compartimenteringdijk langs het Amsterdam-Rijnkanaal komt wel als rendabel uit de kosten-batenanalyse. In beide gevallen geldt dat de uitkomst nog erg gevoelig is voor een aantal aannames.
- Eventuele compartimentering van grensdijkringgebieden, bijv. met de Querdam/Kapitteldijk is de moeite van nader onderzoek waard.
- Compartimentering van grote dijkringen die met slechts een korte dijk lengte aan de rivier grenzen ('dwars' op de rivier staan) ligt niet

voor de hand. Dit geldt met name voor de dijkkringen Gelderse Vallei en Kromme Rijn. De kleine dijkkringen ten Oosten van de IJssel geven geen aanleiding tot verdere compartimentering.

- Compartimenteren met lage kaden kan leiden tot reductie van schade en kan meer tijd opleveren voor evacuatie. Dit vraagt om regionaal/lokaal maatwerk.

3.5 Veiligheidsnormen verhogen

3.5.1 Normverhoging onvoldoende rendabel:

- Voor zowel de Rijn als de Maas blijkt integrale verhoging weliswaar effectief in de verlaging van het overstromingsrisico maar vanwege de hoge kosten niet rendabel.
- Rijn: kosten bij dijkverhoging € 0,5 – 1,0 mld, bij rivierverruiming € 0,8 – 3,0 mld
- Maas: kosten bij dijkverhoging € 0,3 – 0,8 mld, bij rivierverruiming € 0,5 – 2,5 mld
- Geoptimaliseerde mengvormen geven mogelijk een gunstiger beeld:
 - Gerichte aanpak van relatief zwakke plekken
 - Optie van het waterschap Aa en Maas

3.6 Combinatie van opties in strategieën

In het kabinetsstandpunt RBSO uit 2003 is aangegeven dat het kabinet 'noodoverloopgebieden met een beperkte inrichting' een aantrekkelijk element vindt in een rampenbeheersingsstrategie. Het onderzoek heeft varianten voor noodoverloopgebieden mét volledige inrichting en zonder inrichting beschouwd alsmede een aantal opties met een ander karakter. Een aantal grijpt meer aan op beperking van de effecten dan op de kans, en een aantal is meer organisatorisch van karakter dan technisch.

De opties *internationale afstemming en organisatorische maatregelen* zouden kunnen worden gezien als opties die altijd zinvol zijn en die altijd onderdeel zouden moeten zijn van een rampenbeheersings-strategie.

Voor de Rijn is in aanvulling hierop compartimentering een interessante optie. Voor de Maas zijn er nog verschillende kansrijke aanvullingen voor een rampenbeheersingsstrategie:

- een groot noodoverloopgebied in de Beersche overlaat,
- een compartimenteringdijk ten oosten van Den Bosch, of:
- lokaal geoptimaliseerde versterking/verruimingsmaatregelen (gedifferentieerde normverhoging).

3.7 Kennisleemtes

Bij uitvoering van het onderzoeksprogramma RBSO is gebleken dat bij diverse onderwerpen een verdieping van kennis, dan wel een nadere uitwerking zinvol is.

3.7.1 Watersysteemkennis

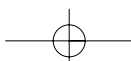
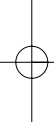
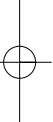
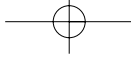
- De rol van 'piping' en de toepassing van innovatieve dijkversterkingmaatregelen;
- Systeemwerking (onderlinge beïnvloeding van dijkringen, mede in relatie tot compartimentering);
- Mogelijke en verwachte afvoeren van de Maas, bij voorkeur in Belgisch – Nederlandse samenwerking zoals ook gedaan is voor de Rijn met Duitsland (NRWF).

3.7.2 Inzicht in fysieke maatregelen

- De logistiek van de fysieke (nood)maatregelen, de preventief te nemen maatregelen en de kosten van dit soort maatregelen;
- Het effect van versterking van relatief zwakke plekken als geoptimaliseerd normverhogen;
- Gedifferentieerde normverhoging langs de Maas in dijkkring 36a en 41 voor zowel de Brabantse als de Gelderse oever op basis van het voorstel van Waterschap Aa en Maas, hetgeen mogelijk tot kostenreductie leidt.
- Inrichting, effecten en kosten van een compartimenteringdijk in dijkkring 36 (bij Den Bosch) en in dijkkring 43 (langs het Amsterdam-Rijn Kanaal).
- Risico-analyse over de grensoverschrijdende dijkringen 42 en 48 met Duitsland
- De sterkte van de dijken in Duitsland en de mogelijkheid van het opdelen van de grensdijkringen met een compartimenteringdijk (bij Doetinchem en bij Rijnstrangen). Dit is vooral voor de IJssel van belang. Hier ligt een relatie met reeds lopend Nederlands-Duits onderzoek;
- Inzicht in hoeverre het op lokaal niveau voor de Ooijpolder de moeite waard is om te kijken naar opdeling van de grensdijkring met een compartimenteringdijk (Querdam/Kapitteldijk);

3.7.3 Inzicht in organisatorische maatregelen

- De hulpverleningsbehoefte op bovenregionaal c.q. nationaal niveau in een situatie dat meerdere regio's zijn of dreigen te worden overstroomd;
- Communicatiemogelijkheden tussen de algemeen-bestuurlijke en de functionele kolom water.
- Een visie op de wederopbouw na sociaal-maatschappelijke ontwrichting.



Bijlage 1: Lijst van betrokken personen

Projectteam

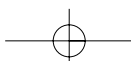
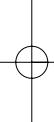
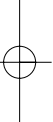
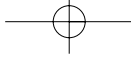
Henrike Branderhorst	Ministerie van V en W – DGW
Joost Buntsma	Ministerie van V en W – DGW
Sjoerd Hoornstra	Ministerie van V en W – DGW
Bart de Mooij	Ministerie van V en W – DGW
Erik Pool	Ministerie van V en W – DGW
Kees Poot	Ministerie van V en W – RWS DWW
Mathilda Buijtendijk	Ministerie van BZK - DGV
Nils Ligthart	Ministerie van BZK - DGV

Onderzoeksteam

Frank Alberts	Ministerie van V en W – RWS RIZA
Mettsje de Boer	Ministerie van V en W – RWS Oost-Nederland
Henrike Branderhorst	Ministerie van V en W – DGW
Jarl Kind	Ministerie van V en W – RWS RIZA
Kees Poot	Ministerie van V en W – RWS DWW
Wim Silva	Ministerie van V en W – RWS RIZA
Robert Slomp	Ministerie van V en W – RWS RIZA
Emiel van Velzen	Ministerie van V en W – RWS RIZA
Nils Ligthart	Ministerie van BZK - DGV

Task Force (interbestuurlijke begeleidingsgroep)

Martijn Looijer	Ministerie van Financiën
Jacco Maan	Ministerie van Financiën
Esmé Eikenaar	Ministerie van LNV
Kees Vlak	Ministerie van VROM
Jens Reuber	Ministerie van V en W - RWS Limburg
Pieter Rosen Jacobson	Ministerie van V en W - RWS Noord-Brabant
Huib Verweij	Ministerie van V en W - RWS Oost-Nederland
Mettsje de Boer	Ministerie van V en W - RWS Oost-Nederland
Jaap Goudriaan	Ministerie van V en W - RWS Limburg
Cees Veraa	Provincie Gelderland
Steven Visser	Provincie Gelderland
Frans Verhoef	Provincie Gelderland
Ben van den Reek	Provincie Noord-Brabant
Hans Slotboom	Provincie Noord-Brabant
Jos van Sebille	Provincie Noord-Brabant
Dianne Hoogendoorn	Provincie Overijssel
Judith Scholtes	Unie van Waterschappen
Leo de Vreede	Vereniging Nederlandse Riviergemeenten
Joop de Bijl	Waterschap Aa en Maas
Jan Hulshof	Waterschap Aa en Maas
Bas de Bruijn	Waterschap Rivierenland -
	Vertegenwoordiger Unie van Waterschappen
Nils Ligthart	Ministerie van BZK - DGV
Joost Buntsma	Ministerie van V en W - DGW
Sjoerd Hoornstra	Ministerie van V en W - DGW
Bart de Mooij	Ministerie van V en W - DGW



Bijlage 2: Literatuur

Achtergrondrapporten

RWS RIZA, 2005.024, Rampenbeheersingsstrategie

Overstromingen Rijn en Maas,

Achtergrondrapportage Veiligheid en Rivierkunde, W. Silva,

R.M. Slomp, E van Velzen, J. Stijnen

ISBN 9036956978

RWS RIZA, 2005.025, Rampenbeheersingsstrategie

Overstromingen Rijn en Maas,

Achtergrondrapportage Kosten- Batenanalyse, J. Kind

ISBN 9036956986

RWS RIZA, 2005.026, Rampenbeheersingsstrategie

Overstromingen Rijn en Maas,

Achtergrondrapportage Ruimtelijke Aspecten, F.W. Alberts

ISBN 9036956994

RWS RIZA, 2005.027, Rampenbeheersingsstrategie

Overstromingen Rijn en Maas,

Achtergrondrapportage Kaartenatlas, F.W. Alberts, R. de Koning

ISBN 9036957001

BZK, Rampenbestrijdingsstrategie Overstromingen Rijn en Maas,

Achtergrondrapportage Organisatorische en Fysieke

(nood)maatregelen, L.A. Vinck, M.P. Verhaar, L.A. Heuer, R.M. Bos,

C.J. Sakko, G.M. Udo, F. van der Laan

ISBN 90396957060

Diverse

Kabinetsstandpunt Rampenbeheersingsstrategie Overstromingen Rijn en Maas, Kamerstuk 2003-2004, 29384, nr. 1, Tweede Kamer

Plan van aanpak onderzoeks- en informatieprogramma, 2004

Toetskader RBSO, 11 oktober 2004

Tussenrapportage Onderzoeksprogramma RBSO, 15 maart 2005

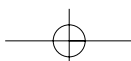
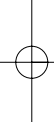
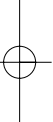
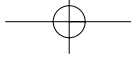
Tussenbesluit Rampenbeheersingsstrategie Overstromingen,

Kamerstuk 2004-2005, 29384, nr. 5, Tweede Kamer

HKV rapport PR0997, augustus 2005, Hydraulische effecten Watervast

RWS DWW, 2006-037, november 2005, Modelling van Evacuatie voor het RBSO-programma, Evacuatieberekeningen voor dijkkring 38, 41, 43 en 36, M.R. van der Doef, A.M. Cappendijk-De Bok

ISBN 90-369-5611-0





Bijlage 3: CD-ROM



Op de bijgevoegde CD-ROM zijn de documenten van de literatuurlijst aanwezig, evenals brondocumenten van de verschillende onderzoekstrajecten.

