

## Interactie tussen het regionaal en hoofdwatersysteem

Verkenning voor de huidige situatie en verwachting voor de toekomst



## **Interactie tussen het regionaal- en hoofwatersysteem**

Verkenning voor de huidige situatie en verwachting voor de toekomst

### **Auteur(s)**

Karin de Bruijn

Robert Groenewege

Angela Klein

Nienke Kramer

<b>Opdrachtgever</b>	Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat
<b>Contactpersoon</b>	Annemarie Hitipeuw-Gribnau
<b>Trefwoorden</b>	Wateroverlast, klimaatverandering, interactie regionaal-hoofdwatersysteem

#### Documentgegevens

<b>Versie</b>	1.0
<b>Datum</b>	11-03-2026
<b>Projectnummer</b>	11212759-005
<b>Document ID</b>	11212759-005-ZWS-0001
<b>Pagina's</b>	62
<b>Classificatie</b>	
<b>Status</b>	Definitief

#### Auteur(s)

	Karin de Bruijn Robert Groenewege Angela Klein Nienke Kramer	

# Samenvatting

Het hoofd- en regionaal watersysteem hangen samen: het regionale watersysteem watert af op, en laat soms water in uit, het hoofdwatersysteem. De afvoeren en waterstanden in beide systemen kunnen elkaar beïnvloeden. Hogere waterstanden op het hoofdwatersysteem kunnen leiden tot wateroverlast in het gebied dat afwatert via het regionale watersysteem en andersom zouden hoge afvoeren uit het regionale systeem de waterstanden en afvoeren in het hoofdwatersysteem kunnen vergroten. De interactie varieert tussen gebieden en is afhankelijk van de karakteristieken van het gebied waar beide watersystemen samenkomen en de grootte van het regionale watersysteem ten opzichte van het hoofdwatersysteem. Om de opgave in het regionale watersysteem goed te kunnen inschatten en om effecten van veranderingen in het hoofdwatersysteem op het regionale systeem beter te doorgronden en mee te nemen in besluiten, is meer inzicht nodig in de interactie tussen hoofd- en regionaal watersysteem. Er zijn al knelpunten in deze samenhang bekend, maar een totaaloverzicht voor Nederland van zowel de huidige interacties en aandachtsgebieden als de effecten van klimaatverandering hierop is nog niet beschikbaar.

Het doel van deze studie is dan ook het geven van een eerste overzicht op nationale schaal en op hoofdlijnen van de samenhang tussen het regionale en het hoofdwatersysteem met betrekking tot wateroverlast en locaties met potentiële doorwerking van klimaateffecten in het hoofdwatersysteem op het regionale systeem. Dit project is uitgevoerd in het kader van het Kennisprogramma Wateroverlast, deelproject 5: Kennisontwikkeling m.b.t. de invloed van klimaatverandering en zeespiegelstijging op wateroverlast en overstromingsrisico's.

In deze studie is per regio gekeken naar de afwatering van het regionale watersysteem naar het hoofdwatersysteem, en zijn de volgende vragen beantwoord:

- Welke wateren komen uit op het hoofdwatersysteem?
- Is de waterstand op het hoofdwatersysteem van grote invloed op afwateringsmogelijkheden? Hoe komt dat?
- Heeft de afvoer uit het regionale watersysteem invloed op het hoofdwatersysteem?
- Welke aandachtsgebieden zijn er? Aandachtsgebieden zijn gebieden waar de interactie (mogelijk) leidt tot wateroverlast (hier in de huidige situatie) en/of waar extra analyse nodig is.

De interactiepunten en aandachtsgebieden zijn gegeven in de figuur hieronder en uitgewerkt in hoofdstuk 2. In de vrij-afwaterende gebieden leidt hoogwater op de grote rivieren tot opstuwung in de daarin uitwaterende beken en regionale rivieren. Deze opstuwung is heel lokaal daar waar de beken steil zijn (Geul), en over een veel langer traject merkbaar in de vlakkere rivieren (de Niers bijvoorbeeld). Deze opstuwung beperkt de afvoer vanuit de regio naar het hoofdwatersysteem. Maatregelen die genomen zijn om deze effecten op te vangen zijn: de aanleg van bergingsgebieden (bijvoorbeeld bij Den Bosch) en dijken bij de monding van beken (bijvoorbeeld bij Roermond).

In laag Nederland waar onder vrij verval naar zee of naar estuaria wordt afgevoerd (bijvoorbeeld via het Lauwersmeer of naar het Volkerakzoommeer) zijn de vaker optredende hogere waterstanden een probleem. Deze beperken de afvoercapaciteit zeer sterk. In bemalen gebieden zijn er in het algemeen minder problemen: de meeste gemalen hebben voldoende opvoerhoogte om ook bij hoogwater uit te kunnen malen.

Bij gemengde systemen die zowel kunnen spuien als malen is de periode waarin het buitenwater voldoende laag wordt om onder vrij verval te kunnen spuien door zeespiegelstijging steeds korter (IJmuiden) of komen hoge waterstanden in het buitenwater vaker voor (bij de Linge). Dit leidt tot het vaker moeten malen. Aangezien de maalcapaciteit vaak (veel) kleiner is, dan de spuicapaciteit, betekent dit een beperking van de afvoercapaciteit. Dit zijn nu al vaak aandachtsgebieden.



Figuur 1: Interactiepunten tussen het hoofd- en regionale systeem en aandachtsgebieden waar extra analyse nodig is omdat interactie mogelijk tot wateroverlast kan leiden nu, of in de toekomst.

Op basis van de verkenning is geconcludeerd dat in de huidige situatie aandachtsgebieden vooral daar liggen waar een deel van de tijd onder vrij verval afgevoerd wordt, maar bij hoogwater gemalen nodig zijn. Dit geldt vooral in gebieden langs de kust, maar ook bij de rivieren. Deze aandachtsgebieden krijgen al aandacht: er worden studies gedaan naar de aanleg of uitbreiding van gemalen (kust: IJmuiden, Lauwersmeer) en rivieren (Linge uitlaat bij Hardingsveld). Meer bovenstrooms langs de rivieren wordt door dijken en berging gewerkt aan het mogelijk maken van het bergen van meer water bij samenvallen van afvoerpieken op de instromende rivieren en de grote rivieren (bv. bij Den Bosch). Daarnaast wordt in de gebieden zelf ook gekeken naar het vasthouden en bergen van water (bij Zwolle, bij Breda).

Klimaatverandering vergroot de uitdagingen met betrekking tot de afwatering van regionale systemen op het hoofdwatersysteem. Langs de kust, in estuaria en langs de benedenloop van de rivieren, zal de waterstand stijgen door zeespiegelstijging, zowel onder normale condities als bij storm. In het benedenrivierengebied stijgen vooral de lage- en gemiddelde waterstanden. De extreme waterstanden stijgen minder aangezien deze worden gedempt door het sluiten van de stormvloedkering. Wel komen hoogwaterstanden vaker voor en worden stormvloedkeringen vaker gesloten wat leidt tot een grotere kans op samenvallen van de gesloten stormvloedkering en een hoge rivierafvoer of een grote lokale neerslag. In de bovenrivieren zullen vaker hoogwaters voorkomen. In peilgereguleerde watersystemen zoals het IJsselmeer blijven, bij gelijkblijvend beleid, de peilen gelijk. Hiervoor zal wel de afvoercapaciteit moeten worden vergroot. Dit beleid geldt voor de streefpeilen en niet altijd voor de extremere peilen.

De wateroverlast in regionale systemen wordt beïnvloed door veranderingen in het hoofdwatersysteem, maar natuurlijk ook door de effecten van klimaatverandering op de hydrologie van de regionale systemen zelf. De neerslagintensiteit en -duur en de verdamping worden ook beïnvloed. Het is de verwachting dat de kans op extreme grootschalige neerslag en ook op piekbuien toeneemt. Tenslotte zullen de vaker voorkomende hogere rivierafvoeren ook leiden tot meer kwel naar de aanliggende gebieden. Ook die extra kwel zal afgevoerd moeten worden via het regionale watersysteem. Dit leidt ook tot een grotere afvoer vanuit deze gebieden naar de rivieren. Ook deze veranderingen kunnen bijdragen aan het meer knellen van interactiepunten tussen het regionale en hoofdwatersysteem.

In de toekomst moet het hoofdwatersysteem mogelijk aangepast worden om Nederland toekomstbestendig te houden. De hoofdkeuzes in het hoofdwatersysteem die de basis vormen voor de uitwerking van de regionale en de sectorale Deltaprogramma's zijn (zie figuur 2):

- 1 Afvoerverdeling van de Rijn en Maas over de Rijntakken en de Rijnmaasmonding versus Zuidwestelijke delta bij hoogwater en laagwater
- 2 Open/gesloten Rijnmaasmonding en peilen regimes van de zuid-westelijke delta
- 3 Handhaven of mee-laten stijgen IJsselmeerpeil en (streefpeil en extreme peilen)
- 4 Handhaven kustlijn.



Figuur 2. Schematische weergave van de lange termijn keuzes met betrekking tot het hoofdwatersysteem

De effecten van aanpassing op het hoofwatersysteem op de interactie met het regionale watersysteem zijn samengevat in tabel 1.

Tabel 1. Indicatie van de relevantie van keuzes in het hoofwatersysteem op de afwateringsmogelijkheden vanuit het regionale watersysteem

Opties	Duiding samenhang met wateroverlast en interactie watersystemen
Aanpassen afvoerdeling Rijntakken bij hoogwater	De invloed op wateroverlast is waarschijnlijk beperkt en afhankelijk van de invulling. Als alleen de verdeling van extreme afvoeren anders verloopt, dan is het effect klein. Als alle hoogwaters, ook de niet extreme, anders worden verdeeld, dan is dit zeer relevant. De opgave voor wateroverlast neemt dan toe op de systemen die afwateren op de riviertak die meer water krijgt.
Aanpassen afvoerdeling laagwater: Aanvoerroute ARK-NZK	Invloed kan groot zijn: als er meer water over het ARK naar het IJsselmeer wordt geleid, dan is er een nieuw gemaal nodig en deze kan wellicht ook de flexibiliteit van omgaan met wateroverlast en afvoer uit het ARK-NZK naar buitenwater verbeteren.
Open gesloten Rijn-Maasmonding en peilen in estuaria: Afsluiten Nieuwe Waterweg (NWW) en Hollandse IJssel (HIJ), Vaker inzetten Volkerakzoommeer (VZM) voor berging rivierwater, Mee laten stijgen Grevelingen	Dit heeft grote effecten op de interactie en kans op wateroverlast: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Het beïnvloedt de watersystemen die afwateren op het benedenrivierengebied en de Hollandse IJssel, en, als ook de estuaria veranderen dan ook de watersystemen die afwateren op het VZM, en Grevelingen</li> <li>- Als de Rijn-Maasmonding open blijft en peilen meestijgen met de zeespiegel, zal afvoer van de regionaal systemen onder vrij verval steeds lastiger worden. Ook gemalen zullen steeds meer opvoerhoogte moeten overbruggen naarmate de zee verder stijgt. Als de Rijnmaasmonding wordt afgesloten, is de invloed afhankelijk van de keuze van het peil in het afgesloten systeem en de berging/afvoercapaciteit van rivierhoogwaters. Het complete systeem verandert dan.</li> <li>- Als het VZM en de Grevelingen in open verbinding komen te staan met de zee, dan heeft dat een groot effect op alle wateren die afwateren op deze waterlichamen.</li> <li>- Als het Grevelingenmeer gesloten blijft, maar een hoger peil krijgt, dan neemt de kans op wateroverlast toe zeker als ook het VZM meestijgt. De toename kan invloed hebben tot in Breda, tenzij het regionale systeem wordt aangepast.</li> </ul>
Meestijgen IJsselmeerpeil	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Het meestijgen van het IJsselmeerpeil met 30 cm heeft invloed op de IJssel-Vechtdelta en vooral op de systemen die nu onder vrij verval afwateren (Asselman, 2025). Op de bemalen systemen heeft dit nauwelijks effect. Als de stijging groter wordt: is de invloed op de IJsselvechtdelta ook veel groter. Regionale systemen die afwateren op de IJsselvecht Delta, zoals de Vecht, de Zwolse Wetering en het Meppelerdiep zullen vaker te maken krijgen met beperkingen van de afvoermogelijkheden en dus wateroverlast. Ook gemalen in de polders aan het IJsselmeer zullen bij grote opzet van het IJsselmeerpeil aangepast moeten worden.</li> <li>- Ook andere systemen zoals de Eem, de Laak, het Amsterdam Rijnkanaal die nu nog onder vrij verval uitwateren op het Markermeer kunnen vaker afvoerbepalingen krijgen bij 30cm opzet en kunnen bij 1m opzet niet meer vrij afstromen. Er zijn dan gemalen nodig.</li> <li>- De gemalen van Noord-Holland die afwateren op het IJsselmeer hebben waarschijnlijk niet veel last van 30cm peilstijging, maar wel van grotere peilstijgingen.</li> </ul>
Zandsuppleties en kustlijn	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Wijzigingen in de wijze van het handhaven van de kustlijn en zandsuppleties hebben nauwelijks invloed op wateroverlast. Alleen hele radicale veranderingen zoals de aanleg van een meer voor de kust zou de grondwaterstroming, getijden en daarmee ook de afwateringsmogelijkheden van de regionale systemen sterk beïnvloeden. Deze opties worden echter vooralsnog niet overwogen voor 2100.</li> </ul>

## Conclusies

In deze verkenning is gekeken naar de interactie tussen het hoofd- en regionale watersysteem en de relatie met wateroverlast. De belangrijkste bevindingen daarbij zijn:

- Er zijn aandachtsgebieden die voortkomen uit de interactie tussen het hoofd- en regionale systeem: gebieden van waaruit nu de afvoer uit regionale systemen naar het hoofdwatersysteem of buitenwater al lastig is als dit hoofdwatersysteem hoge waterstanden heeft. Deze gebieden zijn al bekend en er wordt al onderzoek naar gedaan. Het zijn vooral:
  - 1 Het gebied dat afwatert via het ARK-NZK systeem;
  - 2 Het gebied dat moet afwateren via het Lauwersmeer;
  - 3 Het gebied dat afwatert via Delfzijl naar het buitenwater;
  - 4 Het gebied rond Zwolle;
  - 5 Het gebied rond de benedenloop van de Linge die afwatert naar de Merwede.
  - 6 De benedenloop van de Brabantse beken die afvoeren naar de Maas
  - 7 Het gebied bij Breda, het Mark-Vliet-Dinkel boezemsysteem: het gebied dat afwatert naar het Volkerrak Zoommeer;
  - 8 De monding van de Geul, Roer en Geleenbeek.
- In de toekomst wordt de afwatering op deze locaties nog lastiger en komen er ook andere aandachtsgebieden bij. De zeespiegelstijging leidt tot extra uitdagingen voor op korte termijn het ARK-NZK-gebied en de Linge en op langere termijn mogelijk ook voor de Hollandse IJssel en de systemen die daar op afwateren. Eerst komen systemen in laag Nederland die nu nog onder vrij verval afwateren in de knel. Op termijn zal de afname van de afvoercapaciteit van gemalen ook afnemen. De benodigde inspanning om gemalen aan te passen zodat deze grotere opvoerhoogtes aan kunnen, verschilt sterk per gemaal. De toename van rivierafvoeren vergroot vooral de uitdagingen voor de Brabantse beken en Limburgse rivieren die in de Maas uitkomen.
- Als het hoofdwatersysteem in de toekomst wordt aangepast, veranderen ook de opgaves gerelateerd aan wateroverlast. Vooral het opzetten van het IJsselmeerpeil en het aanpassen van de open/gesloten status van rivierarmen en estuaria heeft zeer veel invloed op de afwatering van de regionale systemen die daarin uitkomen.
- Er is beleid gerelateerd aan de interactie tussen hoofd- en regionale watersystemen: De instroom uit regionale systemen wordt bij de toetsing van het hoofdwatersysteem meegenomen als deze relevant is (als deze tot hogere extreme waterstanden leidt). Voor een aantal kanalen zijn er afspraken over hoeveel afvoer uit de regionale systemen maximaal mag worden afgevoerd naar deze kanalen.
- Het is niet algemeen bekend of en in welke mate veranderingen in interactie worden beschouwd in toekomstverkenningen en beleid. Het is niet bekend of de waterakkoorden en vergunningen voor afvoer naar de kanalen en rivieren die er nu zijn ook passen bij de toekomst. Ook is niet duidelijk hoe toekomstscenario's en mogelijke opties voor keuzes in het hoofdwatersysteem worden beschouwd in toekomstverkenningen voor regionale systemen en of daar extra informatie voor nodig zoals bijvoorbeeld de eens in de 10, 100 en 1000 jaar waterstand en/of duur van hoogwater voor nodig is. Bij het verkennen van de keuzes voor het hoofdwatersysteem worden voor zover bekend tot op heden de effecten van die keuzes op regionale watersystemen meestal niet beschouwd.

- Het is nog niet duidelijk hoe een strategie kan worden ontwikkeld voor gebieden waar de afwatering naar het hoofdwatersysteem een knelpunt gaat vormen. Hier is in dit onderzoek ook niet naar gekeken. In gebieden waar knelpunten ontstaan kan overwogen worden dit knelpunt op te lossen via maatregelen in het watersysteem, of door aanpassingen van de kwetsbaarheid van het gebied. Het watersysteem kan aangepast worden op lokaal of regionaal niveau en soms kan ook aanpassen van het hoofdwatersysteem een optie zijn (bijvoorbeeld in het geval van het vergroten van de afvoercapaciteit van het gemaal bij IJmuiden). Ook de inrichting kan worden aangepast in lokale polders, of op grotere schaal. Er is nog geen redeneerlijn die helpt bij het kiezen van lokale of juist meer regionale inrichting oplossingen en om te komen tot een optimale combinatie van aanpassingen in lokale, regionale en/of het hoofdwatersysteem.

### **Aanbevelingen**

Er zijn diverse vragen en onderwerpen voor vervolgonderzoek benoemd, zoals het beter en in meer detail in beeld brengen van de interactie tussen het regionale en hoofdwatersysteem in de aandachtsgebieden, nagaan in hoeverre deze interactie al wordt beschouwd door bijvoorbeeld de Waterschappen, en onderzoeksvragen gerelateerd aan het toewerken naar integrale oplossingen voor eventuele knelpunten.

### **De aanbevelingen gericht op het aanscherpen van de verkenning en het inzicht in interactie en in hoe dat nu meegenomen wordt**

- 1 Het aanscherpen van het inzicht in de interactie tussen watersystemen op basis van vragen aan waterschappen per regio en het aanscherpen en beter onderbouwen van het landelijk beeld.
- 2 Het inventariseren van de huidige wijze waarop deze interactie tussen hoofd- en regionale systemen wordt meegenomen in ontwerpen, analyses en beleid.
- 3 Het inventariseren van de informatiebehoefte bij regionale waterbeheerders met betrekking tot klimaateffecten op het hoofdwatersysteem en/of effecten van mogelijke toekomstige aanpassingen van het hoofdwatersysteem zoals bijvoorbeeld werklijnen (met name tussen eens per jaar en eens per 100 jaar)
- 4 Het meer in detail kijken naar de aandachtsgebieden nu en in de toekomst

### **Aanbevelingen gericht op onderzoeksvragen naar kansrijkheid van maatregelen en afwegingsmethodes over schaalniveaus heen**

Om in de toekomst keuzes te maken voor maatregelen, aanpassing van waterakkoorden of fysieke maatregelen, is kennis nodig van deze maatregelen en ook van methodes om over schaalniveaus heen afwegingen te doen. Onderzoeksvragen die hierbij geadresseerd zouden moeten worden, zijn:

- a. “Wat is er mogelijk aan maatregelen op de verschillende schaalniveaus: e.g. welke maatregelen kunnen op polderniveau of lokaal opgepakt worden wat in het regionale watersysteem en wat in het hoofdwatersysteem (extra afvoercapaciteit)?” Ook maatregelen gericht op het aanpassen van kwetsbaarheid of het vergroten van herstelsnelheid zoals verzekeringen kunnen hierbij beschouwd worden. En: “Wat is hun kansrijkheid in verschillende gebieden?”.
- b. “Wat is nu en in de toekomst de verwachte wateroverlast (eventueel bij verschillende toekomstscenario’s) in een casestudiegebied en welke maatregelen zijn mogelijk en op welk schaalniveau om deze overlast te reduceren?”

Ook heeft DGWB procesaanbevelingen genoemd die opgenomen zijn in hoofdstuk 5.

# Inhoud

	<b>Samenvatting</b>	<b>4</b>
<b>1</b>	<b>Inleiding</b>	<b>12</b>
1.1	Achtergrond en context	12
1.2	Doel	13
1.3	Scope	13
1.4	Aanpak	14
1.4.1	Stap 1: Informatie verzamelen	14
1.4.2	Stap 2: Kaarten maken	15
1.4.3	Stap 3: Discussie over de resultaten, mogelijke gerelateerde beleidsopgaves en eventuele vervolgvragen	16
1.5	Leeswijzer	16
<b>2</b>	<b>De interactie tussen het hoofd- en regionaal watersysteem in beeld</b>	<b>17</b>
2.1	Typen wateren en gebiedsbeschrijving van Nederland	17
2.2	Interactie op hoofdlijnen	21
<b>3</b>	<b>Klimaateffecten op het hoofdwatersysteem en effecten daarvan op afwatering vanuit het regionale systeem</b>	<b>27</b>
3.1	De klimaateffecten die zijn beschouwd	27
3.2	Klimaateffecten bij huidig beleid	27
3.2.1	Klimaateffecten op het hoofdwatersysteem	27
3.2.2	Interactie tussen het hoofd- en regionale watersysteem in de toekomst	30
3.3	Effecten van adaptatie van het hoofdwatersysteem op het regionale watersysteem	33
<b>4</b>	<b>Eerste verkenning van relatie met beleid en maatregelen</b>	<b>36</b>
4.1	Huidig beleid	36
4.2	Typen maatregelen met betrekking tot wateroverlast	37
4.2.1	Typologie maatregelen	37
4.2.2	Maatregelen bij aandachtsgebieden gerelateerd aan Interactie hoofdwatersysteem-regionaal systeem:	37
<b>5</b>	<b>Conclusies en aanbevelingen</b>	<b>40</b>
5.1	Conclusies	40
5.2	Aanbevelingen	41
<b>6</b>	<b>Referenties</b>	<b>43</b>
<b>A</b>	<b>Bespreking van de interactie per regio</b>	<b>45</b>
A.1	Friesland	45
A.2	Groningen en Noordoost-Drenthe	47

A.3	Zuiderzeeland	48
A.4	Overijsselse Vecht	49
A.5	Achterhoek	50
A.6	Vallei en Veluwe	52
A.7	ARK-NZK (Centraal Holland)	53
A.8	Rijn-Maasmonding	54
A.9	Scheldestromen	55
A.10	Rivierenland	56
A.11	Brabantse Delta	57
A.12	Noord-Brabant Oost	57
A.13	Limburg	58
<b>B</b>	<b>Terugmelding van de discussiebijeenkomst met DGWB en WVL</b>	<b>60</b>

# 1 Inleiding

## 1.1 Achtergrond en context

Het hoofd- en regionaal watersysteem hangen samen: het regionale watersysteem watert af op, en laat soms water in uit, het hoofdwatersysteem. De afvoeren en waterstanden in beide systemen kunnen elkaar beïnvloeden. Hogere waterstanden op het hoofdwatersysteem kunnen leiden tot wateroverlast in het gebied dat afwatert via het regionale watersysteem en andersom zouden hoge afvoeren uit het regionale systeem de waterstanden en afvoeren in het hoofdwatersysteem kunnen vergroten. De interactie varieert tussen gebieden en is afhankelijk van de karakteristieken van het gebied waar beide watersystemen samenkomen en de grootte van het regionale watersysteem ten opzichte van het hoofdwatersysteem.

Door klimaatveranderingen wordt naar de verwachting de extreme neerslag groter en bovendien verandert ook het waterregime in het hoofdwatersysteem. De interactie tussen het hoofd- en regionaal watersysteem kan daarmee ook een ander effect op wateroverlast vanuit het regionale watersysteem krijgen. Om de opgave in het regionale watersysteem goed te kunnen inschatten en om effecten van veranderingen in het hoofdwatersysteem op het regionale systeem beter te doorgronden en mee te nemen in besluiten, is meer inzicht nodig in de interactie tussen hoofd- en regionaal watersysteem. Er zijn al knelpunten in deze samenhang bekend, maar een totaaloverzicht voor Nederland van zowel de huidige interacties en aandachtsgebieden als de effecten van klimaatverandering hierop is nog niet beschikbaar.

Er is al veel onderzoek gedaan naar klimaatverandering en het effect op het watersysteem en op beleidskeuzes met betrekking tot waterbeleid: Het KNMI heeft scenario's ontwikkeld die aangeven hoe het weer en de klimaatkarakteristieken veranderen en het kennisprogramma Zeespiegelstijging en het Deltaprogramma kijken naar de effecten van deze veranderingen op het hoofdwatersysteem: de zeespiegel, rivierafvoeren en meerpeilen. Ook worden in met name het Kennisprogramma Zeespiegelstijging opties verkend om op lange termijn de waterveiligheid te waarborgen en de afvoer van de grote rivieren veilig naar zee af te kunnen laten stromen. Het effect van klimaatverandering op het regionale watersysteem, bestaande uit de regionale rivieren, de polder-boezemsystemen en kanalen, wordt in beeld gebracht door vooral waterschappen en provincies, soms ook als onderdeel van het Deltaprogramma. Een landsdekkend samenhangend beeld ontbreekt echter nog.

Overstromingsrisico's vanuit het regionale systeem en wateroverlast worden relatief belangrijker in de toekomst en daarom is het belangrijk om goed inzicht in die risico's te krijgen<sup>1</sup>(De Bruijn & Stouten, 2025). Op dit moment worden overstromingsrisico's gedomineerd door de bijdrage aan deze risico's vanuit het hoofdwatersysteem. Doordat de overstromingsrisico's horend bij het hoofdwatersysteem de komende decennia sterk afnemen door dijkversterking, wordt de bijdrage van het regionale watersysteem aan overstromingsrisico's aan het totale Nederlandse overstromingsrisico van dezelfde orde als die van het hoofdwatersysteem (De Bruijn & Stouten, 2025).

---

<sup>1</sup> Met overstromingsrisico's en wateroverlast wordt in dit geval bedoeld: verwachte schaderisico's doordat er water op maaiveld staat in gebieden die in normale situaties droog zijn. Overstromingsrisico's horen hier bij doorbraken van (regionale) keringen, of bij beken/kanalen die buiten hun oever treden. Wateroverlast hoort meer bij water dat stagneert omdat de neerslagintensiteit of hoeveelheid groter is dan waar het drainage- of afwateringssysteem op ontworpen is.

De overstromingsrisico's vanuit het regionale watersysteem nemen in de tijd toe doordat in sommige gebieden de kans op overlast toeneemt en in vrijwel alle gebieden ook de gevolgen van water op maaiveld en/of overstromingen groter worden door economische ontwikkelingen en meer extreme overstromingskarakteristieken (De Bruijn & Stouten, 2025).

De totale opgave om wateroverlast te beperken is nog niet goed bekend (De Bruijn & Stouten, 2025; DP Herijking, 2025). Om deze opgave aan te pakken wordt dit jaar een beslissing Wateroverlast voor het deltaprogramma voorbereid. Ook wordt de normering van wateroverlast heroverwogen en wordt daarbij beoogd een meer risicogerichte aanpak te volgen. Tegelijkertijd worden voor de lange termijn voor het hoofdwatersysteem grote aanpassingen verkend om de effecten van klimaatverandering en zeespiegelstijging op aan te kunnen. Denk daarbij aan peilopzet op het IJsselmeer, of rivierverruiming langs de Rijntakken en de Maas. Deze aanpassingen hebben ook effect op de afwatering vanuit het regionale systeem op dit hoofdwatersysteem. Deze effecten zijn nog nauwelijks verkend. Voor deze drie trajecten is inzicht in het totaal van opgaven voor wateroverlast vanuit het regionale systeem in Nederland en de samenhang met het hoofdwatersysteem gewenst.

Er is al wel aandacht voor sommige locaties waar het regionale en hoofdwatersysteem interacteren, maar een totaaloverzicht voor heel Nederland van zowel de huidige interacties en aandachtsgebieden en de effecten van klimaatverandering hierop is nog niet beschikbaar. Om te beoordelen of er een opgave is, en hoe groot deze is en om te analyseren of er beleid en/of extra afspraken nodig zijn, is als eerste een totaaloverzicht nodig. Dit deelproject wil een dergelijk overzicht van aandachtsgebieden en kennisleemtes genereren.

Dit project wordt uitgevoerd in het kader van het Kennisprogramma Wateroverlast, deelproject 5: Kennisontwikkeling m.b.t. de invloed van klimaatverandering en zeespiegelstijging op wateroverlast en overstromingsrisico's. Dit deelproject richt zich op het ontwikkelen van kennis over de invloed van klimaatverandering en zeespiegelstijging op wateroverlast en overstromingsrisico's en de vertaling van deze kennis voor beleidsontwikkeling voor ruimtelijk beleid, en voor normering van waterkeringen.

## 1.2 Doel

Het doel van deze studie is het geven van een eerste overzicht op nationale schaal van de samenhang tussen het regionale en het hoofdwatersysteem met betrekking tot wateroverlast. Hierbij wordt zowel gekeken naar de huidige situatie als naar de doorwerking van klimaateffecten in het hoofdwatersysteem op het regionale systeem.

## 1.3 Scope

De rapport richt zich vooral op interacties tussen watersystemen in de huidige situatie en veranderingen daarin in de toekomst. Het oplossen van wateroverlast op locaties waar deze interactie problemen geeft is geen hoofddoel van dit rapport.

### **Type interacties**

In deze studie wordt de samenhang en interactie tussen het regionale systeem en het hoofdwatersysteem in beeld gebracht. Onder het hoofdwatersysteem worden zowel de grote rivieren, zee-en en grote meren verstaan, als de Rijkskanalen. Er wordt gekeken naar:

- 1 De invloed van hoogwater in het hoofdwatersysteem op de waterstanden in en afvoer uit het regionale systeem;
- 2 De invloed van hoogwater in het hoofdwatersysteem, op de waterstanden in en afvoer uit de Rijkskanalen zoals het Noordzeekanaal.

- 3 De invloed van grote afvoeren uit en/of hoogwater in de regionale watersystemen op Rijkskanalen;
- 4 De invloed van grote afvoeren uit en/of hoogwater in regionale watersystemen op de grote rivieren, meren en zeeën is zeer klein en wordt hier niet uitgebreid bekeken.

Bij hoogwater op zee, de rivieren en grote meren kan het afvoeren naar deze wateren vanuit regionale systemen en/of Rijkskanalen lastiger worden. Andersom zal hoogwater op het regionale systeem nauwelijks invloed hebben op het hoofdwatersysteem, behalve bij de Rijkskanalen. Immers, de bijdrage vanuit de regionale wateren aan de grote rivieren, meren en de zee is vaak ordes kleiner dan de afvoer of het volume dat al aanwezig is in dit buitenwater (denk bijvoorbeeld aan de instroom van de Geul in de Maas, of van het Noordzeekanaal in de Noordzee). Die connectie wordt hier dan ook niet meegenomen, maar wordt wel beschouwd in Ruimte voor de Rivier (RvdR) 2.0.

De afvoer van regionale watersystemen naar Rijkskanalen kan wel leiden tot significante wateroverlast en wordt dus wel beschouwd. Voor een systeem zoals dat van het Amsterdam-Rijnkanaal-Noordzeekanaal (ARK-NZK) wordt dus gekeken naar de interactie tussen de regionale watersystemen van de waterschappen en het ARK-NZK en tussen het ARK-NZK en de Noordzee.

Interacties en samenhang tussen deelsystemen van eenzelfde type worden hier niet beschouwd. Zo zal er water van een poldersysteem in een boezem stromen (beide regionaal systeem), of van een beek in een grotere regionale rivier. Dit is zeker relevant voor de regio, maar valt buiten de scope van dit onderzoek.

#### **Klimaateffecten**

Deze studie beperkt zich tot wateroverlast (dus geen droogte of laagwatersituaties). Ook worden enkel de volgende effecten van klimaatverandering beschouwd:

- 1 Zeespiegelstijging
- 2 Vaker extreme neerslag
- 3 Hogere rivierafvoeren of vaker hoge rivierafvoeren.

## **1.4 Aanpak**

De activiteiten die zijn uitgevoerd, zijn in drie hoofdstappen te verdelen:

- 1 Informatie verzamelen, onder andere uit literatuur, door gesprekken met experts en uit beschikbare GIS data
- 2 Maken en combineren van kaarten met daarop interactiepunten, kaarten van klimaateffecten en een eerste identificatie van mogelijke aandachtsgebieden.
- 3 Discussie met DGWB en WVL over deze resultaten, mogelijke relaties met beleid en vervolgstappen.

Deze stappen zijn hieronder verder toegelicht.

### **1.4.1 Stap 1: Informatie verzamelen**

Doel van deze activiteit is om de beschikbare informatie boven tafel te krijgen. Dit is gedaan door het doen van literatuuronderzoek, het voeren van gesprekken met experts, en verzamelen van GIS-data. De vragen die hiermee beantwoord kunnen worden zijn:

- Wat is al bekend over de interactie tussen regionale en hoofdwatersystemen?
- Welke interactietypes zijn er te onderscheiden en waar liggen deze?

- Welke informatie over de invloed van hoogwater op het hoofdwatersysteem op de waterstanden of afvoermogelijkheden van de regionale watersystemen is beschikbaar: Is er bekend wanneer of onder welke condities afvoerbepalingen vanuit het regionale naar het hoofdwatersysteem ontstaan en wat de ernst daarvan kan zijn (e.g. bij eens in de 3 jaar waterstanden of bij eens in de 10 jaar waterstanden op de rivier, of ...) Zijn er bijvoorbeeld maximale opvoerhoogtes van gemalen bekend, of is er ontworpen op bepaalde zee- of rivierwaterstanden?
- Zijn er bekende knelpunten of aandachtsgebieden?

Hiervoor is concreet:

- 1 Gesproken met experts uit het kennisprogramma zeespiegelstijging, het Deltaprogramma, experts op het gebied van klimaatadaptatie, en experts bij Deltares met kennis over belangrijke (regionale) watersystemen (zoals het Amsterdam-Rijnkanaal Noordzeekanaal, systeem, de Overijsselse Vecht, Brabantse beken en kanalen, Limburgse beken en rivieren, etc.); Ook is contact opgenomen met enkele experts bij waterschappen. Een officiële review door de waterschappen heeft niet plaatsgevonden;
- 2 Geput uit de resultaten van het kennisprogramma wateroverlast en de bovenregionale stresstesten, de stresstest van het hoofdwatersysteem;
- 3 De documenten van het Deltaprogramma en Kennisprogramma Zeespiegelstijging zijn geraadpleegd. Hierin staan bijvoorbeeld klimaatscenario's, mogelijke lange termijn keuzes, en soms ook informatie over wateroverlast.
- 4 Er is een startsessie georganiseerd om input te krijgen voor de interactie en interactiekaarten.

De informatie op kaart is gehaald uit het Landelijk SOBEM Model en beschikbare GIS informatiebestanden), zoals:

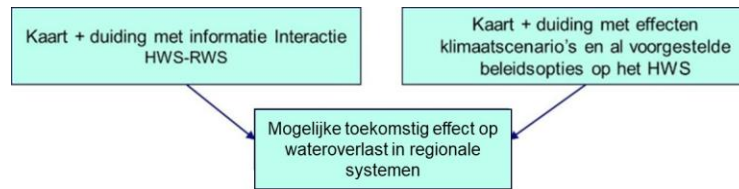
- Kaart met het hoofdwatersysteem (in dit project wordt hiermee bedoeld: de grote rivieren, IJsselmeergebied, estuaria en de zee)
- Kaart met de belangrijkste regionale watersystemen (de regionale rivieren, grote beken, grote kanalen en boezems)
- Uitstroompunten van het regionale systeem in het hoofdwatersysteem en het karakter ervan (vrije afwatering, gecontroleerde afwatering onder vrij verval, bemalen, of combinaties)
- Gebiedstypekaart wateroverlasttypes (uit het kennisprogramma wateroverlast van 2024)

#### 1.4.2 **Stap 2: Kaarten maken**

De volgende kaarten zijn gemaakt:

- Een kaart met de interactiepunten tussen regionale watersystemen en het hoofdwatersysteem;
- Een kaart met aandachtsgebieden (gebieden waar de interactie nu tot wateroverlast kan leiden en/of waar extra aandacht nodig is omdat de interactie nog niet helder is);
- Een kaart van de beschikbare info over klimaateffecten op het hoofdwatersysteem.

Voor de toekomst zijn de aandachtsgebieden alleen besproken en niet op kaart gezet (zie Figuur 1-1).



*Figuur 1-1 Schematische weergave van aanpak voor het maken van de kaarten*

### 1.4.3 **Stap 3: Discussie over de resultaten, mogelijke gerelateerde beleidsopgaves en eventuele vervolgvragen**

In een werksessie zijn de uitkomsten gedeeld en implicaties en eventuele verdere vervolgvragen bediscussieerd. In deze sessie is de link gelegd met resultaten en vragen uit andere relevante beleidstrajecten zoals:

- Het ontwikkelen van de deltaandeelbeslissing wateroverlast;
- De invulling van het onderdeel 'samenhang' in het herijkingstraject van het Deltaprogramma;
- De herijking van klimaatrisico's door het PBL t.b.v. de NAS;
- Bovenregionale stresstesten.

De uitkomsten van deze sessie zijn gegeven in bijlage B.

## 1.5 Leeswijzer

In dit rapport worden eerst de interactielocaties besproken in hoofdstuk 2 en ook de aandachtsgebieden in de huidige situatie. Vervolgens wordt in hoofdstuk 3 gekeken naar de toekomstige situatie en geeft hoofdstuk 4 een korte doorkijk naar mogelijke relaties met beleid en maatregelen. In hoofdstuk 5 worden tenslotte de conclusies en aanbevelingen beschreven.

## 2 De interactie tussen het hoofd- en regionaal watersysteem in beeld

### 2.1 Typen wateren en gebiedsbeschrijving van Nederland

Om verwarring te voorkomen over welke interactie wordt onderzocht wordt hier allereerst een beschrijving gegeven van de verschillende typen waterlopen en de bekeken interacties. Vervolgens wordt een korte gebiedsbeschrijving van Nederland gegeven. Daarna wordt in de volgende paragraaf op hoofdlijnen ingegaan op interactie tussen watersystemen. Voor meer regionale details wordt verwezen naar bijlage A.

#### Typen wateren

In Nederland wordt onderscheid gemaakt tussen hoofd- en regionaalwatersysteem. Het onderscheid in watersystemen is gemaakt op basis van de beheerder: alle Rijkswateren vallen onder het hoofdwatersysteem. Hieronder vallen onder meer de grote rivieren en meren, maar ook een aantal (scheepvaart)kanalen. Daarnaast zijn er regionale wateren die vallen onder beheer van de Waterschappen. De riolering valt onder beheer van de gemeente en is geen onderdeel van dit onderzoek. De termen hoofdwatersysteem, Rijkswateren en regionaal systeem blijken soms verwarrend: Met name de scheepvaartkanalen vallen onder het hoofdwatersysteem, maar hebben qua grootte en karakteristieken soms meer weg van de regionale watersystemen. Om verwarring te voorkomen wordt in Tabel 2-1 een toelichting gegeven van de bedoeling van de termen in dit rapport.

Tabel 2-1 Overzicht op hoofdlijnen van de typen systemen. Zie ook Figuur 2-1

Type	Water systeem	Wateren	Beheer, normering & beleid	Toekomst verkenning
Hoofd	Rijkswateren – (grote wateren)	Grote rivieren (Rijntakken, Maas, benedenloop Overijsselse Vecht), IJsselmeergebied, Zeeuwse estuaria, Schelde-Rijnkanaal, Noordzee, Waddenzee, Eems-Dollard	Normering primaire keringen vastgelegd in Omgevingswet, beleid door DGWB, beheer wateren door RWS, beheer keringen door Waterschappen	DGWB, Deltaprogramma en Kennisprogramma Zeespiegelstijging, per deelsysteem (bv. rivieren/kust/IJsselmeergebied) en nationale schaal. Zowel korte termijn, middellange termijn als lange termijn (2100 en verder)
	Rijkswateren (kleinere zonder primaire keringen erlangs)	Scheepvaartkanalen zoals: Amsterdam-Rijnkanaal, Noordzeekanaal, Julianakanaal, Midden-Limburgse en Noord-Brabantse Kanalen (MLNBK), Twentekanal, Kanaal Gent-Terneuzen, Maas-Waalkanaal, Veerse Meer, Afdamde Maas.	Kades en wateren In beheer van RWS, normen liggen vast in provinciale verordeningen	Nationale schaal en soms analyse per deelsysteem. Stresstest hoofdwatersysteem (DGWB en RWS), en systeemanalyses door DGWB/RWS
Regionaal	Regionaal water systeem	Polder-boezemsystemen, regionale rivieren en beken (zoals Regge, Geul, Roer, Dommel) , regionale kanalen en meren (bv. Friese meren en Loosdrechtse Plassen)	Normering vastgelegd in provinciale verordeningen beleid door provincies, waterschappen	Door waterschappen vooral per deelwatersysteem, of per waterschap, of per type systeem vooral korte termijn en middellange termijn tot 2050, soms ook met doorkijk naar 2100.



*Figuur 2-1 Kaart met indicatie van het hoofdwatersysteem, uitgesplitst in buitenwater (hier: de zee, grote meren en grote rivieren met daarlangs primaire keringen) en niet-buitenwater (hier: kleinere Rijkswateren zonder primaire keringen erlangs), en het regionale watersysteem. Bronnen: Rijkswaterstaat – Servicedesk Data (2020), PBL (2015)*

## Gebiedstypes

De interactie tussen watersystemen verschilt tussen gebiedstypes. Dit wordt toegelicht aan de hand van de wateroverlastkarakteristiekenkaart uit De Bruijn & Maas (2023) (Figuur 2-2). Hierin zijn gebieden onderscheiden op basis van de verwachte wateroverlastkarakteristieken bij grootschalige neerslag.

De bruine en oranje gebieden in deze kaart zijn hellend en regen zal daar door zwaartekracht naar beken stromen en vervolgens naar regionale rivieren die weer uitmonden in grotere rivieren zoals de Maas en de IJssel. Bij hevige neerslag is de afvoerpiek uit het regionale systeem kort en snel. De afvoer naar het buitenwater wordt medebepaald door de waterstanden in dit buitenwater: als de buitenwaterstand hoog is, zal zeker bij het uitstroompunt, de waterstand in het regionale systeem ook oplopen. Hoe vlakker het gebied hoe verder stroomopwaarts de invloed van het hoofdwatersysteem zich zal uitstrekken. In sommige gebieden (zoals bij Den Bosch) zijn er bergingsgebieden aangelegd om te voorkomen dat er overstromingen optreden als de rivier (hier de Maas) hoog staat en het regionale systeem zoals de Dommel daardoor zijn water niet kwijt kan op het hoofdwatersysteem.

In de groene en blauwgroene gebieden liggen polders. Vanuit die gebieden wordt regenwater vooral afgevoerd door het naar het buitenwater te malen. Of de waterstanden op het buitenwater de gemaalcapaciteit beïnvloeden hangt af van de opvoerhoogte die de gemalen aankunnen. Bij sommige kleinere poldergemalen is deze beperkt.

De blauwgroene gebieden zijn gebieden waarvan de watersystemen sterk samenhangen met wateren uit andere gebieden of waar deelgebieden nauw samenhangen. Hierin liggen systemen waar water uit veel polders zich concentreert in boezems die weer via Rijkswateren of rechtstreeks naar de Noordzee afvoeren. Dit gebeurt dan door gemalen of deels onder vrij verval. Een voorbeeld van zo'n gebied is het afwateringsgebied naar het Noordzeekanaal-Amsterdam-Rijnkanaalsysteem waaruit een groot deel van de neerslag bij IJmuiden wordt afgevoerd naar zee. Bij zeespiegelstijging worden de spuimogelijkheden daar steeds minder en wordt de afvoercapaciteit dus steeds meer beperkt. Ook vallen hieronder gebieden die op de grens liggen van hoog- en laagland en water ontvangen uit vrijafstromende beken en zelf gekenmerkt worden door vlakker terrein en polder-boezemsystemen. Dit doet zich onder meer voor rond Breda. Deze gebieden zijn vaak extra gevoelig voor wateroverlast: immers de instroom uit de vrij-afwaterende gebieden is vaak snel en ongecontroleerd, terwijl de afvoer moeilijker is en beperkt wordt door het geringe verhang, beperkte gemaalcapaciteit of bijvoorbeeld hoogwater op het buitenwater.



## 2.2 Interactie op hoofdlijnen

De interactiepunten tussen het regionaal en hoofdwatersysteem zijn weergegeven in figuur 2-3. De kaart laat zien dat vanuit het hogere deel van Nederland, van waar de neerslag onder vrij verval afstroomt naar de watergangen, deze watergangen ook meestal onder vrij verval afwateren op het hoofdwatersysteem. Er zijn wel enkele gemalen voor enkele lagere locaties.

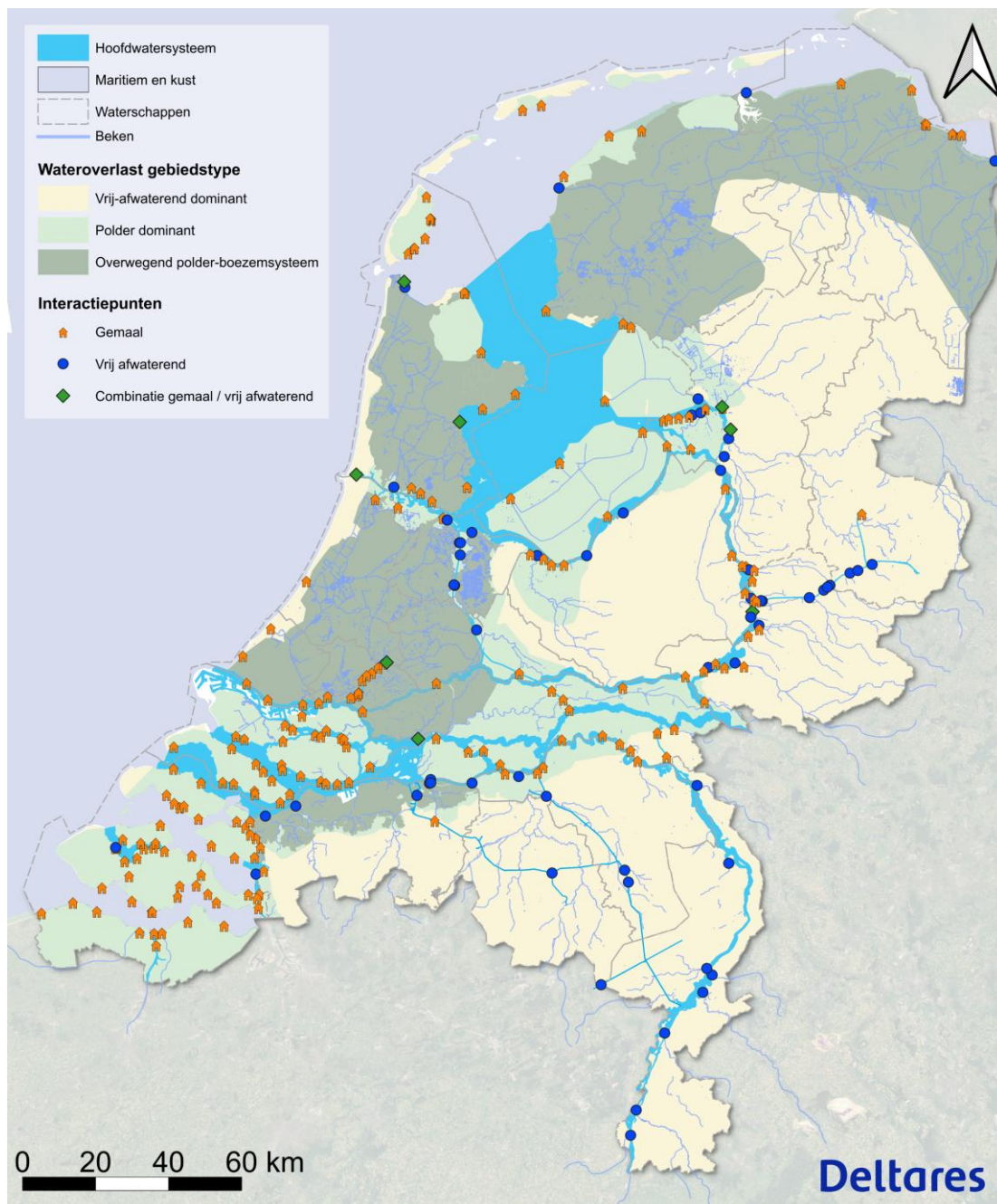
In laag Nederland wordt water uit het regionale watersysteem vooral uitgemalen naar het hoofdwatersysteem. Soms zijn er ook combinaties waar bij laag water op het hoofdwatersysteem onder vrij verval geloosd kan worden, en bij hoogwater wordt gemalen. Belangrijke voorbeelden hiervan zijn de afwatering van de gekanaliseerde Hollandse IJssel op de Hollandse IJssel, de afwatering van het ARK-NZK naar de Noordzee bij IJmuiden, en de afwatering van de Linge naar de Nieuwe Merwede. Ook in de Vechtdelta zijn voorbeelden te zien.

In de vrij-afwaterende gebieden leidt hoogwater op de grote rivieren tot opstuwung in de daarin uitwaterende beken en regionale rivieren. Deze opstuwung is heel lokaal daar waar de beken steil zijn (bijvoorbeeld de Geul), en over een veel langer traject merkbaar in de vlakkere rivieren (Niers bijvoorbeeld). Deze opstuwung beperkt de afvoer vanuit de regio naar het hoofdwatersysteem. Maatregelen die genomen zijn om deze effecten op te vangen zijn vooral de aanleg van bergingsgebieden (bijvoorbeeld bij Den Bosch) en dijken bij de monding van beken (bijvoorbeeld bij Roermond).

In kustgebieden of laag Nederland waar onder vrij verval naar zee of naar estuaria wordt afgevoerd (bijvoorbeeld via het Lauwersmeer of naar het Volkerakzoommeer) zijn de vaker optredende hogere waterstanden een probleem. Deze beperken de afvoercapaciteit.

In bemalen gebieden zijn er in het algemeen minder problemen: de meeste gemalen hebben voldoende opvoerhoogte om ook bij hoogwater uit te kunnen malen.

Bij gemengde systemen die zowel kunnen spuien als malen is de periode waarin het buitenwater voldoende laag is om onder vrij verval te kunnen spuien steeds korter (IJmuiden) of komen hoge waterstanden in het buitenwater vaker voor (bij de Linge). Dit leidt tot het vaker moeten malen. Aangezien de maalcapaciteit vaak (veel) kleiner is, dan de spuicapaciteit, betekent dit een beperking van de afvoercapaciteit.



*Figuur 2-3 Interactie tussen het hoofd- en regionaal watersysteem. De kaart laat de belangrijkste punten zien waar het regionale watersysteem afwaterd op het hoofdwatersysteem (=wateren in beheer van RWS). De zee, Eems-Dollard, Wester- en Oosterschelde zijn als 'maritiem/kust opgenomen maar behoren ook tot het hoofdwatersysteem.*

Voor de bespreking van de interacties is de regio-indeling van de bovenregionale stresstesten gevolgd (HKV & ORG-ID, 2024) (zie figuur 2-4).



Figuur 2-4 Gebiedsindeling volgens bovenregionale stresstesten (HKV & ORG-ID, 2024).

Per regio is gekeken naar de afwatering van het regionale watersysteem naar het hoofdwatersysteem, en zijn de volgende vragen beantwoord:

- Welke wateren komen uit op het hoofdwatersysteem?
- Is de waterstand op het hoofdwatersysteem van grote invloed op afwateringsmogelijkheden? Hoe?
- Welke aandachtsgebieden zijn er? Bij aandachtsgebieden gaat het om gebieden die aandacht of extra analyse vragen omdat er als gevolg van de interactie wateroverlast kan ontstaan of omdat het nog onduidelijk is of dat het geval is.

In bijlage A worden deze vragen per regio besproken. In Tabel 2-2 zijn de resultaten per regio samengevat en de aandachtsgebieden zijn gegeven in Figuur 2-5.

Tabel 2-2 Overzicht van deelgebieden en interactie tussen het hoofwatersysteem en regionaal watersysteem (zie voor details bijlage A).

Regio	Uitstroompunten naar het hoofwater/buitenwater	Is de waterstand op het hoofwatersysteem van grote invloed op afwateringsmogelijkheden?	Aandachtsgebieden m.b.t. interactie
<b>Friesland</b>	Friese boezem: afwatering onder vrij verval en via gemalen op IJsselmeer en Waddenzee, Polders op Waddeneilanden: afwatering via gemalen op Waddenzee.	Ja, een groot gebied watert af naar het Lauwersmeer en vooral de afvoer vanuit het Lauwersmeer naar de Waddenzee (onder vrij verval) is niet mogelijk bij opzet op zee. Ook de gemaalcapaciteit van gemalen wordt enigszins beperkt door een hogere opvoerhoogte.	Momenteel is Lauwersmeer een aandachtspunt: bij stormopzet is afvoer vanuit het Lauwersmeer naar de Waddenzee niet mogelijk. Om die reden wordt er momenteel onderzoek gedaan naar de aanleg van een gemaal.
<b>Groningen en Noordoost Drenthe</b>	Boezems en polders wateren via gemalen en onder vrij verval af op de Waddenzee (deels via Lauwersmeer) en de Eems-Dollard	Ja, verhoogd buitenwater beperkt de spuicapaciteit bij Lauwersmeer en Delfzijl. De gemaalcapaciteit wordt beperkt beïnvloed door hoge buitenwaterstanden.	1. Lauwersmeer (zie regio Friesland) 2. Delfzijl: spuicapaciteit is beperkt bij hoge zeestanden. Dan (nood)berging en bijschakelen gemalen nodig. Aandachtsgebied zeker in de toekomst.
<b>Zuiderzeeland</b>	Polders malen direct via gemalen naar IJssel- en Markermeer	Nee, verhoogde meerpeilen beperken de maalcapaciteit nauwelijks.	Geen aandachtsgebied
<b>Overijsselse Vecht</b>	Overijsselse Vecht, Sallandse Weteringen, Meppelerdiep, Galgenrak en Kadoelermeer wateren af op Zwarte Meer en Zwarte Water. Afvoer onder vrij verval en via gemalen. Sallandse Weteringen voeren alleen onder vrij verval af.	Ja, de afvoercapaciteit van vooral de Sallandse Weteringen wordt beperkt bij een hoge waterstand op het Zwarte Meer en Zwarte Water. De afvoer bij het Meppelerdiep wordt ook beperkt bij hoogwater in de Vechtdelta.	Sallandse Wetering en regio Zwolle: de beperkte afvoermogelijkheden bij hoogwater leiden hier tot overlast. Er worden al maatregel als extra berging overwogen
<b>Achterhoek</b>	Rivier- en beeksystemen wateren onder vrij verval af op de IJssel en de Twentekanalen. De Twentekanalen wateren onder vrij verval af naar de IJssel.	Nee, dit komt deels doordat hier bij de monding dijken zijn aangelegd en omdat er voldoende verhang in het gebied aanwezig is. Bij de Twentekanalen treedt stremming pas op bij zeer hoge en zeldzame Rijnafoeren (12.000 m <sup>3</sup> /s te Lobith).	Twentekanalen kunnen hoge peilen krijgen wanneer uit een groot gebied en veel beken veel water komt. Dit zou in de toekomst een probleem kunnen worden. Zie hoofdstuk 3.
<b>Vallei en Veluwe</b>	Voornamelijk vrije afwatering via de Eem en de Laak naar het Eemmeer (deel van het Markermeer)	Ja, afvoer is (vrijwel) onmogelijk bij hoge waterstanden op het Eemmeer. Het systeem is hier op ingericht: er zijn keringen, inundatiegebieden, en Amersfoort is beschermd door stuwen. Extreme neerslag in combinatie met stormopzet zorgt wel voor een uitdaging. Bij hogere rivierafvoer is er meer kwel vanuit Nederrijn naar het Valleikanaal, wat leidt tot iets meer afvoer	Momenteel is dit geen aandachtsgebied: er is wel overlast, maar deze is niet ernstig en vindt plaats in daarop ingestelde gebieden. Overlast in de stad Amersfoort door storm wordt voorkomen door stuwen. Als in de toekomst het peil van het Markermeer wordt opgezet, wordt dit een aandachtsgebied.
<b>ARK-NZK</b>	Voornamelijk Amstel, Vecht, en boezemwateren naar het ARK-NZK.  Het ARK-NZK voert via spuikeizers en een gemaal water af naar de Noordzee bij IJmuiden. Soms wordt ook via Zeeburg naar het Markermeer uitgemalen.	Ja, interactie tussen regionale systemen en ARK-NZK: maalbeperkingen voor de boezemgemalen bij waterstanden op het ARK-NZK van 10 cm boven streefpeil en maalstop bij waterstanden 40 cm boven streefpeil. Ja, interactie tussen ARK-NZK en Noordzee: bij laag water kan gespuid worden, bij hogere zeewaterstanden moet worden gepompt. De pompcapaciteit is veel kleiner dan de spuicapaciteit. Door afnemende spui-mogelijkheden in de toekomst, wordt de afvoer uit het gebied steeds lastiger.	Het hele ARK-NZK afwateringsgebied. Het ARK-NZK kanaal kan zijn water vaak niet goed kwijt. De gemalen naar het ARK-NZK mogen (mede daarom) niet vergroot worden, waardoor ook poldergemalen niet veel vergroot kunnen worden. De gemaalcapaciteit bij IJmuiden wordt in de toekomst sterk vergroot om de afnemende spui-mogelijkheden naar de Noordzee te compenseren. Ook wordt er nagedacht over een tweede gemaal richting het Markermeer.
<b>Rijn-Maasmond ing</b>	Via boezemgemalen en spuikeizers wordt naar de	Beperkte invloed van buitenwaterstand op maalcapaciteit (5-15% minder capaciteit bij T10 buitenwater) *	Afwatering naar de Hollandse IJssel kan gehinderd worden als de stormvloedkering in de Hollandse IJssel

Regio	Uitstroompunten naar het hoofdwater/buitenwater	Is de waterstand op het hoofwatersysteem van grote invloed op afwateringsmogelijkheden?	Aandachtsgebieden m.b.t. interactie
	rivertakken, estuaria en zee afgewaterd.		(HIJK) gesloten is. Deze hinder komt nu vrijwel nooit voor. Het maalstoppeil wordt (vrijwel?) nooit overschreden. In de toekomst zal de sluitfrequentie van de HIJK snel toenemen, neemt ook de neerslag en behoefte aan afvoeren toe en stijgt ook de eb-waterstand met zeespiegelstijging waardoor de berging in de Hollandse IJssel afneemt. Dit gebied zal extra aandacht vragen in de toekomst
<b>Schelde-stromen</b>	Er zijn veel poldergemalen die direct naar het buitenwater afwateren. Er zijn nauwelijks boezems in dit gebied.	Op dit moment is de opvoerhoogte van de gemalen voldoende. Bij normale vervangingsmomenten wordt een grotere opvoerhoogte overwogen	De opvoerhoogtes variëren per gemaal. Het aanpassen in de toekomst van dit grote aantal gemalen kan waarschijnlijk op reguliere vervangingsmomenten in de komende decennia plaatsvinden.
<b>Rivieren-land</b>	Deels onder vrij verval en deels via gemalen. Belangrijk is hier de Linge die onder vrij verval of met een gemaal afwatert op de Nieuwe Merwede. Er zijn ook veel poldergemalen die rechtstreeks naar de rivieren uitmalen. Bovendien zijn er poldergemalen die naar het ARK uitmalen.	Ja, afvoercapaciteit wordt beperkt als er hogere rivierafvoeren zijn of als de Beneden-Merwede hoogwater heeft. De spuicapaciteit is groter dan de gemaalcapaciteit. Dit geeft bij de Linge soms hoge waterstanden en overlast in periode met veel neerslag en hoge buitenwaterstanden. De rivierkwel neemt sterk toe bij hoge rivierafvoeren en moet ook afgevoerd worden.	De Linge is een aandachtsgebied dat al aandacht krijgt. Er wordt onderzocht of het gemaal bij de Linge met worden uitgebreid. Ook wordt gekeken naar nieuwe gemalen in de Alblasserwaard en het slimmer bemalen naar rivertakken op een moment dat deze geen piekwaterstand hebben.
<b>Brabantse Delta</b>	Mark-Dintel-Vlietstelsel via vrije afwatering op Volkerrak Zoommeer (VZM)	Ja, bij hoge waterstanden op het VZM wordt de afvoer van het Mark-Dintel-Vlietstelsel gestremd.	Er is kans op overlast in Breda en Roosendaal en in de polders van het MDV boezemstelsel bij substantiële neerslag in combinatie met opzet op het VZM. Dit krijgt al aandacht.
<b>Noord-Brabant Oost</b>	Dommel, Aa, Dieze, en kanalenstelsel op de Maas	Ja, afvoercapaciteit wordt beperkt door hoge Maasafvoer. Dit geeft vooral bij monding (Den Bosch) problemen	Den Bosch en omgeving. Er wordt hier al aan gewerkt in het HOWABO project.
<b>Limburg</b>	Veel zijrivieren en beken onder vrij verval op de Maas	Ja, afvoercapaciteit wordt beperkt door hoge Maasafvoer. Invloed is vooral lokaal merkbaar bij het instroompunt. Alleen bij de veel vlakkere Niers is de invloed in een groot gebied merkbaar. De Niers is hierop ingericht. De dijken van de beken die de Maas instromen zijn i.h.a. minder hoog dan die van beken die bijvoorbeeld de IJssel instromen. Overlast langs beken/zijrivieren van de Maas komt dan ook meer voor.	Geulmonding (deze is onbedijkt) en in mindere mate ook de monding Geleenbeek. Deze overlast is vooral bij de monding van de beek merkbaar.

\* invloed van buitenwaterstand op gemaal capaciteit niet in beeld voor Waterschap Hollandse Delta

### Conclusie m.b.t. aandachtsgebieden:

We kunnen op basis van deze verkenning concluderen dat de aandachtsgebieden vooral daar liggen waar een deel van de tijd onder vrij verval afgevoerd wordt en waar dat niet mogelijk is bij hoogwater. Dit zijn dus de in het geel aangeduide combinatiepunten op kaart 2-2. Dit geldt vooral in gebieden langs de kust, maar ook bij de rivieren. De meeste aandachtsgebieden krijgen al aandacht: er worden studies gedaan naar de aanleg of uitbreiding van gemalen (kust: IJmuiden, Lauwersmeer en rivieren: Linge uitlaat bij Hardingsveld). Meer bovenstrooms langs de rivieren wordt door dijken en de aanleg van bergingsgebieden gewerkt aan het voorkomen van overstromingen of het mogelijk maken van het bergen van meer water bij samenvallen van afvoerpieken op de instromende rivieren en de grote rivieren (bv bij Den Bosch).



Figuur 2-5 Interactiepunten inclusief aandachtsgebieden.

# 3 Klimaat effecten op het hoofdwatersysteem en effecten daarvan op afwatering vanuit het regionale systeem

## 3.1 De klimaat effecten die zijn beschouwd

De belangrijkste klimaat effecten die voor het hoofdwatersysteem van belang zijn, zijn zeespiegelstijging, de toename van extreme neerslag, en hogere rivierafvoeren of vaker hoge rivierafvoeren. Deze effecten zijn hieronder kort beschreven.

### 1 Zeespiegelstijging

In de KNMI'23 scenario's stijgt de zeespiegel met 24-27 cm in 2050 en 44-82 cm in 2100 ten opzichte van 2022. De mate van zeespiegelstijging is nu nog 3 mm per jaar, maar dat kan oplopen tot 6-8 mm/jaar in 2050 (Van der Brugge & de Winter, 2024).

### 2 Vaker extreme neerslag

In alle KNMI'23 scenario's neemt de kans op extreme neerslag toe. De opwarming gaat samen met een toename van waterdamp in de atmosfeer. Typisch geldt een toename van 7 procent per graad opwarming, maar zeker in de zomer is er een grote onzekerheidsmarge van tussen de +2 en +14 procent per graad. De toename van waterdamp leidt tot grotere, intensere buien. De KNMI' 23 scenario's laten zien dat het aantal lichte zomerbuien afneemt in de toekomst, terwijl het aantal zware buien met extreme neerslag juist toeneemt. Ook de grootte van neerslaggebieden neemt toe.

### 3 Hogere rivierafvoeren of vaker hoge rivierafvoeren

Op basis van de KNMI'23 scenario's wordt verwacht dat de afvoer van de Rijn, Maas en Overijsselse Vecht zal toenemen in de winter (Buitink et al., 2023). Dit betekent dat de kans op een hoge afvoer toe neemt. Met name bij de Rijn wordt de afvoer daarnaast sterk bepaald door de maatregelen die bovenstrooms van ons land getroffen worden. Momenteel zorgen overstromingen in Duitsland voor topafvlakking. Bij het opstellen van nieuwe afvoerstatistieken wordt rekening gehouden met dijkversterkingen van 0,5 tot 1 meter in Duitsland.

## 3.2 Klimaat effecten bij huidig beleid

### 3.2.1 Klimaat effecten op het hoofdwatersysteem

In deze sectie wordt toegelicht hoe bovenstaande klimaat effecten zich precies vertalen naar het hoofdwatersysteem bij het huidige beleid. Het betreft hier dus een "business-as-usual" scenario met daarin autonome klimaatontwikkelingen en reacties daarop van het hoofdwatersysteem. Met huidig beleid wordt hier bedoeld: het handhaven van de huidige normen zoals de huidige normen voor riolering, wateroverlast, regionale watersystemen en -keringen en primaire keringen en streefpeilen. Dit betekent dat bij toenemende kans op extreme neerslag er een grotere investering nodig is om te voorkomen dat de faalkans van keringen langs regionale systemen toeneemt. Dit kunnen investeringen zijn in de keringen, maar ook in gemalen, kunstwerken of bergingsgebieden.

De klimaateffecten op het watersysteem per regio zijn (zie ook Figuur 3-1):

- Zee, Westerschelde en Oosterschelde: hogere “normale” waterstand (als er geen storm is) en hogere extreme waterstanden (bij storm) door zeespiegelstijging
- Benedenrivieren:
  - hogere “normale” waterstand (in situaties zonder storm of grote rivierafvoer) door zeespiegelstijging,
  - vaker hoge waterstanden: vaker gesloten stormvloedkeringen en dus grotere kans op samenvallen gesloten stormvloedkering en hoge rivierafvoer. Volgens Kennisprogramma zeespiegelstijging zou in de toekomst bij een zeespiegelstijging van 1m de Maeslantkering 3 keer per jaar dichtgaan i.p.v. eens in de 10 jaar.
- (Boven)rivieren (Rijn, Maas, Vecht):
  - Vaker hoge afvoeren: als vuistregel kan worden gehanteerd dat hoogwaters op de Rijn en Maas aan het einde van de eeuw 10 keer vaker voorkomen dan nu. (note: Door aftopping kan dit bij de Rijn bij de grotere herhalingstijden iets minder zijn). De klimaateffecten worden voor de Vecht iets milder verwacht dan voor de Rijn.
- Peilgereguleerde hoofdwatersystemen: Bij gelijkblijvend beleid wordt hier aangenomen dat de huidige peilen gehandhaafd worden. De effecten van klimaatverandering wordt in dit geval opgevangen door extra afvoercapaciteit. Dit geldt voor de streefpeilen en niet altijd voor de extremere peilen en uitschieters. Dit betreft met name het IJssel- en Markermeer, het Volkerak-Zoommeer en Grevelingen, het ARK-NZK kanaal en andere scheepvaartkanalen. In het tekstblok hieronder wordt dit nader toegelicht.

*Textblok 1. Uitleg over wat hier bedoeld is met peilgereguleerde watersystemen*

Voor de volgende peilgereguleerde watersystemen geldt een peilbesluit<sup>2</sup>:

- NZK, Afgesloten IJ en ARK
- Grevelingenmeer
- Veerse Meer
- VZM, Bathse Spuikanaal en Schelde-Rijnverbinding tussen het VZM en Kreekraksluizen
- IJsselmeer, Markermeer en Veluwerandmeren

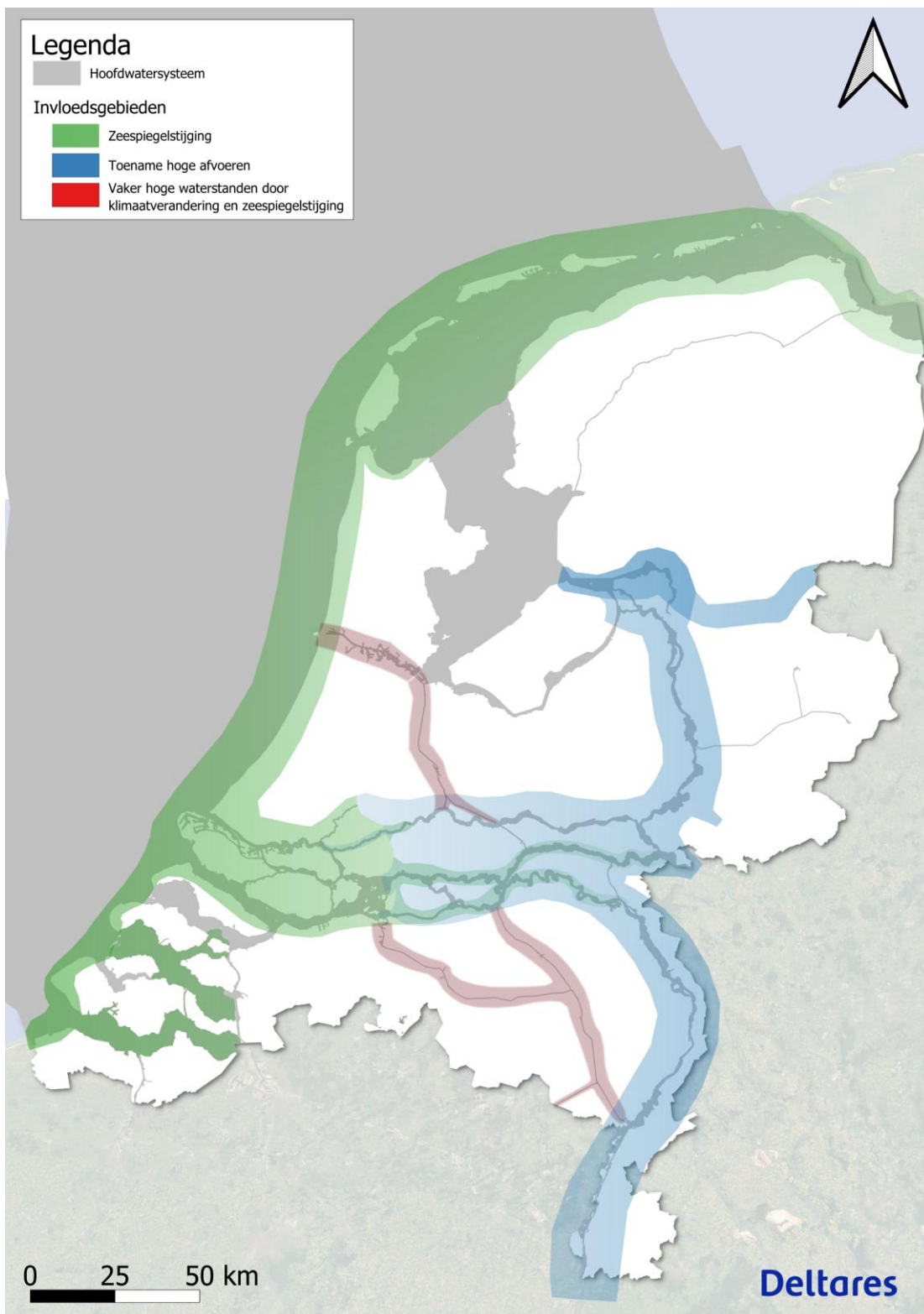
Peilgereguleerde watersystemen zonder peilbesluiten:

- Afgedamde Maas
- Twentekanalen
- MLNBK

In de peilbesluiten wordt vaak een interval genoemd waarin de meer- of kanaalpeilen mogen fluctueren. Door het peilbesluit moeten Rijk en waterschappen zich verplicht inspannen om de vastgestelde waterstanden of bandbreedten waarbinnen waterstanden kunnen variëren, zoveel mogelijk te handhaven. Er is geen sprake van een resultaatsverplichting. In extreme gevallen zullen de peilen tijdelijk buiten de peilbesluit range kunnen vallen.

Binnen het project klimaatbestendige RWS-netwerken wordt gekeken of nieuw beleid nodig is voor de peilgereguleerde systemen. Voor een aantal van deze systemen zijn waterakkoorden opgesteld tussen het Rijk en waterschappen. Hierin wordt vaak afgesproken wat de waterschappen maximaal mogen afvoeren en wanneer er een maalstop afgekondigd wordt. Bij de Twentekanalen is een niet-afwentel-beginsel van toepassing. Dit houdt in dat ook op langere termijn, waarbij de gevolgen van de verwachte klimaatverandering zich vertalen in een gewijzigd neerslagregime, de (piek)afvoeren naar het Twentekanaal vanuit de respectievelijke stroomgebieden niet structureel zou mogen toenemen.

<sup>2</sup> Bron: Peilbesluit waterbeheer in de Omgevingswet | Informatiepunt Leefomgeving



*Figuur 3-1 Klimateffecten op het hoofdwatersysteem (uitgaande van vergroten afvoercapaciteit zodat streefpeil van het IJsselmeer, Markermeer, Grevelingen, en het Volkerak-Zoommeer gehandhaafd kunnen blijven. (Het effect van de toename van piekneerslag in Nederland is hier niet weergegeven. Dit heeft vooral effect op de Rijkskanalen en Overijsselse Vecht).*

De wateroverlast in regionale systemen wordt beïnvloed door veranderingen in het hoofdwatersysteem en de Rijkskanalen zoals hierboven beschreven, maar natuurlijk ook door de effecten van klimaatverandering op de hydrologie van de regionale systemen zelf: De neerslagintensiteit, duur, verdamping worden ook beïnvloedt. Het is de verwachting dat extreme grootschalige neerslag en ook piekbuien toenemen. Ook deze veranderingen kunnen bijdragen aan het meer knellen van interactiepunten tussen het regionale en hoofdwatersysteem. Tenslotte zullen de frequentere hogere rivierafvoeren ook kunnen leiden tot extra kwel. Deze kwel zal ook afgevoerd moeten worden door de regionale watersystemen.

### 3.2.2 **Interactie tussen het hoofd- en regionale watersysteem in de toekomst**

Eerst worden de effecten per klimaatdreiging en vervolgens per regio gegeven. Ook wordt hier de opgave (of te wel: wat extra nodig is om de normen te halen of overlast te beperken) genoemd.

#### **Effecten van zeespiegelstijging op interactie met het regionale systeem**

- In voormalig vrij afwaterend gebieden, is vrij afwateren minder vaak mogelijk, of er is sprake van meer opstuwing. (bijv Katse Heule Veerse Meer, IJmuiden, Helsdeuren). Dat betekent in het algemeen dat er misschien ook gemalen moeten komen waar nu nog geen gemalen zijn en meer maalcapaciteit moet komen om vrij afwateren te ondersteunen (bv..nieuw gemaal bij Lauwersmeer, uitbreiding van de gemaalcapaciteit bij IJmuiden, bij de Linge). Hierbij moet worden opgemerkt dat de bestaande pompcapaciteit vaak al krap is en er ook zonder veranderingen in het hoofdwatersysteem bij sommige locaties al gekeken wordt naar uitbreiding van de pompcapaciteit bijvoorbeeld omdat ook poldergemalen worden uitgebreid, door de toename van de bebouwing en dus strengere wateroverlastnormen, of door de toename van neerslag.
- Stormvloedkeringen (Oosterscheldekering, Haringvliet, Maeslant, Hollandse IJssel) sluiten vaker. De kans op samenvallen van een gesloten stormvloedkering en een hoge rivierafvoeren neemt toe. Dit betekent dat de kans op hoge waterstanden groter wordt. Bij de Hollandse IJssel neemt daarmee de kans op een maalstop toe.
- Vermindering van pompcapaciteit bij een toenemende opvoerhoogte. Het belang hiervan verschilt per pomp: sommigen kunnen uitstekend functioneren bij een grote opvoerhoogte en anderen niet.

#### **Effecten van vaker extreme neerslag op het regionale watersysteem:**

Er is bij meer extreme neerslag meer water om af te voeren. Ook zal een hoge afvoer uit het regionale systeem vaker samenvallen met hogere afvoergolven op de grote rivieren als die vaker voorkomen. Dit kan leiden tot hogere peilen in regionale wateren. Om te zorgen dat de regionale watersystemen aan de normen voor wateroverlast voldoen en ook de keringen voldoende sterk zijn, zullen maatregelen getroffen moeten worden, zoals:

- Het vergroten van de sponswerking: het meer vasthouden van neerslag in het gebied zodat afvoerpieken niet stijgen (dit werkt i.h.a. alleen bij minder extreme gebeurtenissen die meestal niet tot problemen leiden)
- Voor de pieken: Het vergroten van de beschikbare bergingsgebieden in het regionale watersysteem om pieken tijdelijk te kunnen bergen en het water met vertraging gelijkmatiger te kunnen afvoeren
- Voor het water dat niet geborgen kan worden: Er is een grotere afvoercapaciteit of gemaalcapaciteit nodig om water vanuit het regionale systeem af te voeren naar het buitenwater.

- Ook mogelijk: normen versoepelen en landgebruik aanpassen zodat vaker water op straat mogelijk wordt zonder teveel schade te veroorzaken.
- Maatregelen treffen op het hoofdwatersysteem om de waterstanden daar te verlagen. Denk onder meer aan rivierverruiming of het vergroten van de spui en gemaalcapaciteit bijvoorbeeld bij IJmuiden of de Afsluitdijk.

### **Effecten van toename van de frequentie van hoge rivierafvoeren Rijn/Maas/Vecht**

- Vaker hoge rivierafvoeren dus vaker opstuwung/afvoerbelemmeringen in het regionale systeem door hoge waterstanden in het buitenwater. Hierdoor ook:
- Vaker samenvallen van piek in regionaal systeem met hoge afvoer in buitenwater (grote rivier), als de rivieren vaker hoogwater hebben en dus grotere kans op wateroverlast
- Hogere grondwaterstanden en meer rivierkwel (met name in laag Nederland/rivierengebied). Deze kwel kan enorm groot worden. Zo kan volgens Asselman (2025) bij hoge rivierafvoeren het aandeel van kwel in de afvoer uit de Linge oplopen tot 20% van de maximale maalcapaciteit.

### **Regio's rondom IJsselmeer en opzetten IJsselmeerpeil**

Volgens het huidige beleid zou het IJsselmeerpeil in de toekomst met 30cm opgezet kunnen worden om zeespiegelstijging te compenseren. Dit heeft effect op de regionale afwatering. Kors (2025) geeft aan dat hierdoor:

- De uitdaging voor de IJssel-Vechtdelta toeneemt en dus ook de afwatering van de regionale waterlopen bij Zwolle bijvoorbeeld voor een grotere opgave komen te staan..
- De opgave voor Noordoostpolder en Flevoland nihil of klein is. Dit heeft te maken met de pompcurves van de gemalen. Deze gemalen moeten het water sowieso al een meter of 5 opvoeren. Een paar decimeter meer of minder maakt niet zoveel uit. In iets minder mate geldt dit ook voor gemaal Zedemuden dat het Meppelerdiep bemaalt.
- Voor de Friese boezem geldt dat één van de gemalen een pompcurve heeft die heel gevoelig is voor waterstandsverhogingen.
- Voor wateren die in open verbinding staan met het IJsselmeer of Markermeer is peilsteiging op deze meren een probleem. Hier gaat opstuwung op een gegeven moment echt van invloed zijn op de regionale afvoermogelijkheden (Laak, Eem)
- Uit de gemaakte berekeningen voor ARK/NZK is af te leiden dat 30 cm peilstijging in 2125 tot een verdubbeling van de kans leidt waarmee het peil NAP 0,00 m op het ARK/NZK wordt overschreden. Hier spelen 2 elementen een rol:
  - vrije afwatering bij Muiden en de Ipenslotersluis wordt flink beperkt (en valt mogelijk geheel weg)
  - de opvoerhoogte bij gemaal Zeeburg wordt groter.
- Voor Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier zijn geen regionale analyses uitgevoerd.

Het aanpassen van het peilbeheer op het IJsselmeer kan leiden tot het vaker sluiten van de Rampspolkering en daarmee tot stremming van de afvoer van de Vecht. Er zijn ook maatregelen in het hoofdwatersysteem denkbaar die een positief effect hebben op de waterstanden in de Vechtmonding. WDOD onderzoekt op dit moment samen met Provincie Overijssel of het "Keteldelta-concept" kan bijdragen aan het oplossen van de natuur- en waterveiligheidsopgave (Bij dit concept verandert het Ketelmeer in een gebied zoals de Biesbosch).

Tabel 3-1 Beknopte samenvatting van de effecten per regio (zie ook paragraaf 2.2) (Voor alle gebieden geldt dat als gevolg van de toegenomen extreme neerslag meer investering nodig is om wateroverlastnormen te halen en meer ernstige wateroverlast bij bovennormatieve neerslag zal ontstaan. Omdat dit voor alle regio's geldt, is dit niet in de tabel opgenomen).

	Zeespiegelstijging	Vaker hoge rivier afvoeren	Meestijgen IJsselmeerpeil (na 2050)	Aandachtsgebieden wateroverlast
<b>Friesland, Groningen en NO Drente Zuiderzeeland</b>	Kortere duur tot wegvallen spui, teruglopende capaciteit van gemalen, meer kwelwater	nvt	Frequente waterstanden (tot 1/10 per jaar waterstand) stijgen niet tot 2050, extremere wel. Als het peil 30 cm stijgt, dan neemt de benodigde opvoerhoogte van gemalen iets toe.	Knelpunten bij Lauwersmeer en Delfzijl worden erger. Afvoer naar IJsselmeer nog geen knelpunt tenzij IJsselmeer sterk zou stijgen (1 m i.p.v. 30 cm bijvoorbeeld)
<b>Overijsselse Vecht</b>	Nvt (alleen indirect als de 1/10 tot 1/100 per jaar peilen op het IJsselmeer stijgen door ZSS),	Kans op hoge buitenwaterstanden op Zwarte Water/ neemt toe	Vaker sluiting Ramspolkering, Vaker overlast langs beken en in Overijsselse Vecht, vrije afwatering Zwolse wetering vaker onmogelijk	Meer aandacht nodig voor afwatering regionaal water in hele IJssel-Vechtdelta. Zeker alles wat nu deels vrij-afwaterend is.
<b>Noord-Brabant Oost</b>	nvt	Vaker overlast van regionale rivieren door hoogwater Maas	nvt	Meer berging in en bescherming nodig van langs de Dommel en Aa.. Eventueel in toekomst ook een gemaal.
<b>Brabantse Delta</b>	Beperkt effect. Mogelijk indirect via grotere kans op hogere peilen in het VZM	Vaker inzet VZM-berging, (kans blijft klein)	nvt	De opgave kan iets groter worden. Als het VZM niet stijgt, dan is het effect beperkt. De extreme neerslag neemt wel toe. Dit is overigens nu al een aandachtsgebied.
<b>Achterhoek</b>	nvt	Iets grotere kans op beperking van de afvoer van regionale rivieren door hoogwater op IJssel		Geen groot aandachtspunt m.b.t. interactie verwacht.
<b>ARK-NZK regio) (en Noord-Holland</b>	Spuimogelijkheid naar Noordzee neemt sterk af. Benodigde opvoerhoogte gemalen naar Noordzee neemt toe.	Nvt	Gemaal Zeeburg: grotere opvoerhoogte. Iepersloter-sluis mogelijk niet meer bruikbaar als afvoerroute Benodigde opvoerhoogte van boezemgemalen richting IJsselmeer en Markermeer neemt toe.	Grote uitdaging op alle niveaus. Oplossing voor spuien nodig en keuze m.b.t. de gewenste mate van risico aversie(en redundantie) voor afhankelijkheid van 1 of enkele gemalen (zie bijlage A).
<b>Rijn-Maasmond ing</b>	Vaker sluiten stormvloedkeringen. Wegvallen spui, toename opvoerhoogte gemalen, Meer kwel	Hogere opvoerhoogte gemalen, vrije afwatering wordt lastig of onmogelijk	nvt	Afhankelijk van keuzes aanpassing hoofdwatersysteem. Hollandse IJssel en afwatering Linge mogelijk groter knelpunt. Locaties die nog spuien kunnen dat niet meer Vervanging van gemalen vanwege opvoerhoogte mogelijk nodig
<b>Schelde-stromen</b>	Vaker sluiten stormvloedkeringen. Wegvallen spui, grotere opvoerhoogte gemalen, Meer kwel			Stapsgewijze vervanging van gemalen vanwege opvoerhoogte mogelijk nodig.

	Zeespiegelstijging	Vaker hoge rivier afvoeren	Meestijgen IJsselmeerpeil (na 2050)	Aandachtsgebieden wateroverlast
<b>Rivieren-land</b>	Waterstanden in benedenrivieren-gebied stijgen mee	Vaker afvoerbepanking en vrij afwaterende systemen	Benedenrand IJssel stijgt mee. Bij grote stijgingen IJsselmeerpeil meer effect op IJssel.	Linge knelpunt wordt ernstiger.
<b>Limburg</b>	nvt	Vaker beperkingen afvoer van beken	nvt	Niers, Geul, Geleenbeek en Roer vaker overlast.

### 3.3 Effecten van adaptatie van het hoofdwatersysteem op het regionale watersysteem

In de toekomst moet het hoofdwatersysteem mogelijk aangepast worden om Nederland toekomstbestendig te houden qua ruimtelijke inrichting, waterveiligheid en watervoorziening. Het Deltaprogramma kijkt naar de toekomstbestendigheid tot 2050 en daarna en heeft voor de genoemde thema's en voor verschillende regio's doelen en strategieën ontwikkeld. Deze worden momenteel herijkt waarbij ook meer aandacht is voor de langere termijn. Een heel beknopte samenvatting van de doelen in het Deltaprogramma is gegeven in Figuur 3-2.

Doelen voor 2050	Conditie die DP daartoe schept	Type maatregelen	Maatregelen typisch genomen door
NL is klimaatbestendig en waterrobuust ingericht  Iedereen heeft het basisbeschermingsniveau tegen overstroming  NL is weerbaar tegen watertekort	Veiligheid tegen overstromingen (DP Veiligheid)	<b>Maatregelen aan watersysteem</b> ("voorkomen overstroming/ watertekort") <ul style="list-style-type: none"> <li>• Voldoende afvoercapaciteit</li> <li>• Bescherming tegen overstromingen</li> <li>• Voldoende berging en aanvoercapaciteit</li> <li>• Rivierbodemijsing</li> </ul>	Nationale en regionale overheden
	Voldoende zoetwater (DP Zoetwater)	<b>Maatregelen in gebied</b> "gevolgbeperking"  <b>DP-ZW</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• bv. drainage / irrigatie aanpassen</li> <li>• Watervraag reduceren (zeer beperkt beschouwd)</li> </ul> <b>DP RA</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• RO maatregelen</li> <li>• Wijkinrichting</li> <li>• Aangepast bouwen objecten</li> <li>• Stedelijk water, regenwaterberging en riolsysteemmaatregelen</li> </ul>	Regionale en lokale overheden en andere belanghebbenden
	Reductie wateroverlast en droogte (DP RA)		

Gebiedsprogramma's: Rivieren, IJsselmeer, RD, ZWD, Kust, Wadden (ARK-NZK)

Figuur 3-2 Schematisch en beknopt overzicht van de doelen in het Deltaprogramma (bron: De Bruijn, 2023).

#### Keuzes voor het Hoofdwatersysteem

Op de langere termijn zijn er vragen m.b.t. de hoofdkeuzes van het hoofdwatersysteem. Deze keuzes vormen de basis of de randvoorwaarde voor de uitwerking van de regionale deltaprogramma's en de sectorale deltaprogramma's (zie De Bruijn, 2019 en 2023). Deze hoofdkeuzes zijn (zie ook figuur 3-3):

- 1 Afvoerdeling van de Rijn en Maas over de Rijntakken en de Rijnmaasmonding versus Zuidwestelijke delta bij hoogwater en bij laagwater
- 2 Open/gesloten Rijnmaasmonding en peilen regimes van de zuidwestelijke delta
- 3 Handhaven of mee-laten stijgen IJsselmeerpeil en (streefpeil en extreme peilen)
- 4 Handhaven kustlijn



Figuur 3-3 Schematische weergave van de lange termijn keuzes met betrekking tot het hoofdwatersysteem (De Bruijn et al, 2024)

Deze hoofdkeuzes zijn bepalend voor de benodigde maatregelen voor het bereiken van de gewenste waterveiligheid, zoetwatervoorziening, de ruimtelijke adaptatieopgave in de regio's en hebben effect op wateroverlast door de interactie van het regionale- met het hoofdwatersysteem. Ze hangen samen met de vragen:

- Hoe voeren we in de toekomst de piekafvoeren op de grote rivieren af naar zee bij hogere afvoerpieken en vooral een hogere zeestand?
- Hoe verdelen we het schaarse zoetwater in droge seizoenen en hoe benutten we het zo goed mogelijk?
- Hoe gaan we om met het zand in de Noordzee en de kustlijn?

Mogelijke opties voor deze hoofdkeuzes en effecten op de interactie met het regionale systeem zijn in onderstaande tabel kort toegelicht.

Tabel 3-2. Opties voor de hoofdkeuzes in het hoofdwatersysteem en de relevantie voor de interactie tussen het hoofd- en regionale systeem.

Keuze / optie	Duiding samenhang met wateroverlast en interactie hoofdwatersysteem-regionaal watersysteem
Aanpassen afvoerverdeling Rijntakken bij hoogwater:	De invloed op wateroverlast is waarschijnlijk beperkt, zeker als alleen de verdeling van de zeer zeldzame extreme hoge rivierafvoeren wordt aangepast. Als de afvoer ook bij minder extreme hoogwaters anders over de Rijntakken verdeeld wordt, dan heeft dat wel invloed op de afwatering vanuit de regionale systemen. Op de riviertak die minder gaat afvoeren kan het regionale watersysteem makkelijker afvoeren en op de tak die meer krijgt, nemen de problemen juist toe.
Aanpassen afvoerverdeling laagwater: Aanvoerroute ARK-NZK	De invloed kan groot zijn: als er meer water over het ARK naar het IJsselmeer wordt geleid, dan is er een nieuw gemaal nodig en deze kan wellicht ook de flexibiliteit van omgaan met wateroverlast en afvoer uit het ARK-NZK naar buitenwater verbeteren. Dit zou dus een gunstig effect kunnen hebben op de afwatering vanuit het regionale systeem.

Keuze / optie	Duiding samenhang met wateroverlast en interactie hoofdwatersysteem-regionaal watersysteem
<p>Open/gesloten Rijn-Maasmonding (RMM) en estuaria: Afsluiten Nieuwe Waterweg (NWW) en Hollandse IJssel (HIJ), Vaker inzetten Volkerrak Zoommeer(VZM) voor berging rivierwater, Mee laten stijgen Grevelingen</p>	<p>Dit heeft grote effecten op de afwateringsmogelijkheden van alle watersystemen die uitkomen in het benedenrivierengebied en de estuaria:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- als de HIJ wordt afgesloten en uitgemalen, dan bepalen het “normale” peil in de HIJ en de pompcapaciteit van de HIJ naar de Nieuwe Maas samen de hoeveel die de waterschappen nog kunnen afvoeren naar de HIJ.</li> <li>- Als de RMM open of deels open blijft en peilen meestijgen met de zeespiegel, zal de afvoer vanuit de regionaal systemen onder vrij verval steeds lastiger worden. Ook gemalen zullen steeds meer opvoerhoogte moeten overbruggen naarmate de zee verder stijgt.</li> <li>- Als het Grevelingenmeer gesloten blijft maar een hoger peil krijgt, dan neemt de kans op wateroverlast toe, zeker als ook het VZM meestijgt. De toename kan invloed hebben tot in Breda, tenzij het regionale systeem wordt aangepast.</li> </ul>
<p>Meestijgen IJsselmeerpeil: 30 cm na 2050, Tot 1m na 2100</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Het meestijgen van het IJsselmeerpeil met 30 cm heeft invloed op de IJssel-Vechtdelta en vooral de systemen die nu onder vrij verval afwateren (Asselman, 2025). Op de bemalen systemen heeft dit nauwelijks effect.</li> <li>- Als de stijging groter wordt: bv 80 cm of 1 m is de invloed op de IJsselvechtdelta veel groter. Ook gemalen in de polders aan het IJsselmeer zullen bij grote opzet van het IJsselmeerpeil aangepast moeten worden.</li> <li>- Ook andere systemen zoals de Eem, de Laak, het Amsterdam Rijnkanaal die nu nog onder vrij verval uitwateren op het Markermeer, kunnen vaker afvoerbepalingen krijgen bij 30cm opzet en kunnen bij 1m opzet niet meer vrij afstromen. Ook daar zijn dan aanpassingen (pompen nodig).</li> </ul>
<p>Zandsuppleties en kustlijn</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Andere keuzes in zandsuppleties hebben nauwelijks invloed op wateroverlast. Alleen hele radicale veranderingen zoals het maken van een eiland met daarachter een meer voor de kust zou de grondwaterstroming, getijden en daarmee ook de afwateringsmogelijkheden van de regionale systemen sterk beïnvloeden. Deze opties worden echter vooralsnog niet overwogen voor 2100.</li> </ul>

## 4 Eerste verkenning van relatie met beleid en maatregelen

### 4.1 Huidig beleid

Het huidige beleid voor het hoofdwatersysteem en het regionale systeem kan als volgt worden samengevat:

- Voor wateroverlast vanuit het regionaal watersysteem zijn er normen voor de regionale keringen vastgelegd in provinciale verordeningen. Dit zijn overschrijdingskansen van de waterstanden waarop de keringen moeten zijn berekend. De meeste stedelijke gebieden zouden beschermd moeten zijn met keringen die de eens in de 100 jaar waterstanden kunnen keren. Voor landbouwgebieden is de norm vaak eens in de 10 jaar. De normen zijn gebaseerd op risico's: hoe hoger de verwachte gevolgen van een doorbraak van de regionale kering, hoe strenger de norm. Er zijn uitzonderingen daar waar versterkingen van keringen te grote inspanning of kosten vragen. De provincie kan dan minder strenge normen vaststellen. Het is niet onderzocht (in deze verkenning althans) of bij het toetsen van de keringen rekening wordt gehouden met de kans op hoge waterstanden in het hoofdwatersysteem.
- Ook zijn er wateroverlastnormen die aangeven hoe vaak er wateroverlast mag optreden in een gebied en welk percentage daar dan door mag worden geraakt. Zo kan een norm zijn dat maximaal eens per 10 jaar 5% van het land geraakt wordt door overlast. Deze normen zijn bedoeld om de drainage en afvoercapaciteit van het gebied te garanderen. Bij het toetsen op deze normen wordt mogelijk uitgegaan van het kunnen afvoeren naar het hoofdwatersysteem.
- Er zijn normen voor de primaire keringen. Deze zijn vastgelegd in de Omgevingswet. De keringen worden onderhouden en getoetst door de Waterschappen. Bij het bepalen van deze normen en het toetsen van de keringen is de instroom vanuit het regionale systeem meegenomen daar waar dat relevant is. Het beleid is i.h.a. gericht op gebeurtenissen met een zeer kleine overschrijdingskans.
- (vanzelfsprekend zijn er ook normen voor wateroverlast in steden en voor riolering. Deze vallen buiten de scope van dit onderzoek. Ook grondwateroverlast valt buiten dit onderzoek)

Er is ook beleid dat gerelateerd is aan de samenhang tussen het hoofd- en regionale systeem, namelijk:

- Peilbesluiten voor Scheepvaartkanalen (deze bieden een soort randvoorwaarde of uitgangspunten voor waterschappen die daar naar willen afwateren)
- Afspraken van maximale debieten van regionale naar hoofdwatersysteem (vooral voor scheepvaartkanalen)
- Ook zijn er vergunningen nodig voor het uitmalen van afvoer uit een regionaal systeem naar de rivieren (zoals bijvoorbeeld voor het gemaal van de Linge).

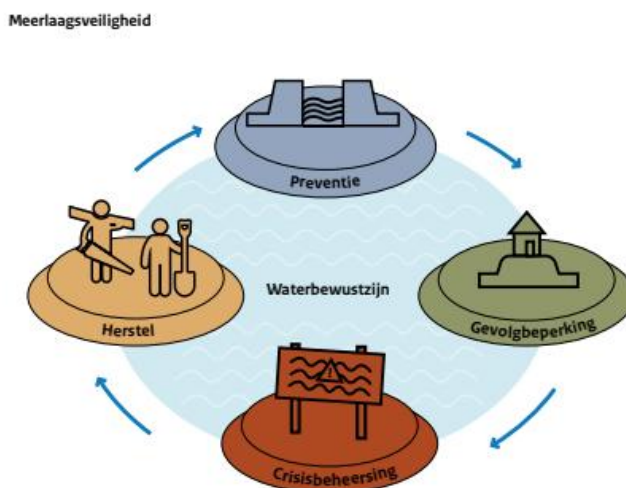
Er is geen duidelijke verantwoordelijke voor het analyseren van de interactie tussen het hoofd- en regionale systeem of veranderingen daarin in de toekomst. Ook is er voor zover bekend geen afspraak om bijvoorbeeld de waterakkoorden te evalueren of toetsen op houdbaarheid. Er is er nog geen redeneerlijn of afspraak over op welk niveau of met welke maatregelen eventuele knelpunten die ontstaan door die interactie opgelost moeten worden.

## 4.2 Typen maatregelen met betrekking tot wateroverlast

### 4.2.1 Typologie maatregelen

Om als Nederland beter om te kunnen gaan met extreme neerslag, nu en in de toekomst wordt de meerlaagsveiligheidsbenadering omarmt met daarin verschillende typen maatregelen (zie Figuur 4-1):

- *Voorkomen van wateroverlast* (dus aanpassen van het watersysteem door aanleg van dijken, pompen, stuwen, berging in het watersysteem en/of de bodem om bv. sponswerking te vergroten). Hierbij wordt gekeken naar maatregelen voor het vasthouden van water, het bergen of het afvoeren van regenwater.
- *Beperken van gevolgen* wanneer wateroverlast plaatsvindt bijvoorbeeld door noodoverloopgebieden of ruimtelijk beleid, (locatiekeuze, aangepaste inrichting van gebieden of aangepast ontwerp van objecten)
- *Crisismanagement*: Door goede beslissingen op basis van goede informatie te nemen en adequaat te handelen tijdens een extreme gebeurtenis kan de wateroverlast beperkt worden, of kunnen gevolgen van die overlast beperkt worden en/of herstel versneld.
- *Herstel*: door bv. verzekeringen, of organisatorische maatregelen of fondsen kan het herstel versneld worden waardoor de totale impact van gebeurtenissen voor inwoners en op de maatschappij afneemt
- *Waterbewustzijn*: door het vergroten van waterbewustzijn bij burgers, bedrijven en overheden kan toename van de gevolgen beperkt blijven en kunnen partijen meedenken aan maatregelen en voorbereiding.



Figuur 4-1 De Meerlaagsveiligheidsbenadering (Min IENW, 2023)

### 4.2.2 Maatregelen bij aandachtsgebieden gerelateerd aan Interactie hoofdwatersysteem-regionaal systeem:

Bij aandachtsgebieden die ontstaan door de interactie van het hoofd- en regionale watersysteem zijn verschillende typen maatregelen mogelijk en kunnen deze op verschillende schaal genomen worden. Zo kunnen oplossingen gezocht worden daar waar de neerslag valt (lokaal), in het regionale watersysteem, of in het hoofdwatersysteem.

Het type maatregelen en de relatie met beleid verschilt tussen bemalen en vrij-afwaterend gebied:

## In vrij afwaterend gebied

- ontstaat wateroverlast vooral langs beken en bij instroompunt van het regionale systeem in het hoofdwatersysteem.
- Zijn oplossingen vooral:
  - Het vasthouden in de bovenstroomse locaties (dit werkt vooral bij de minder extreme gebeurtenissen die meestal niet tot overlast leiden)
  - Het bergen van water uit het regionale watersysteem als de afvoercapaciteit tijdelijk beperkt is door bijvoorbeeld hoogwater op de rivieren
  - Het verhogen van dijken om de oplopende waterstanden in de beekmonding te kunnen keren.
  - Het vergroten van de afvoercapaciteit door bijvoorbeeld gemalen zodat er toch naar de rivieren kan worden afgevoerd.
  - Het beperken van gevolgen door in gebieden met meer kans op overlast het landgebruik aan te passen, verzekeringen te bieden, of crisismanagement te verbeteren.
- Qua beleid is hier een heel duidelijke relatie met Bodem en Water sturend (vooral in beekdalen en bij uitstroompunten), verzekeringen, met de normen voor de regionale keringen en met bouwvoorschriften en ruimtelijk beleid.

## In bemalen gebied

In lagere, vooral bemalen gebieden is er vaak een soort trapsgewijs systeem waarbij veel sturing mogelijk is. Neerslag op polders gaat naar poldersloten, van daar naar boezems en via boezemgemalen naar kanalen of buitenwater. Maatregelen die bij te grote of te frequente wateroverlast overwogen kunnen worden zijn: het aanpassen van landgebruik in polders of het creëren van ruimte om polderwater te bergen, of het vergroten van poldergemalen (maar dat levert extra problemen op de boezems), het vergroten van boezemgemalen of het creëren van berging in boezemstelsels. Bij de scheepvaartkanalen zijn ook mogelijkheden om de afvoercapaciteit naar het buitenwater te vergroten zoals bv bij het ARK-NZK kanaal waar de afvoercapaciteit van gemaal IJmuiden wordt vergroot en een extra gemaal naar het Markermeer wordt overwogen. Er is hier een relatie met bodem en water sturend (vooral gericht op de lagere delen in polders) , de normering wateroverlast, verzekeringen en bouwvoorschriften. Belangrijk bij het nadenken over de relatie met beleid is ook de Deltabeslissing Wateroverlast.

## Stresstesten, toekomstverkenningen en overige gerelateerde trajecten of processen waarin beleid gevormd wordt

Voor het beperken van gevolgen van bovennormatieve gebeurtenissen zijn de stresstesten van DPRA en de bovenregionale stresstesten belangrijk. Deze dragen bij aan het nadenken over crisismanagement en gevolgbeperking. In deze stresstesten zou de interactie tussen systemen een plek moeten krijgen.

Voor het nadenken en de discussie over toekomstbestendigheid van Nederland zijn naast de Deltabeslissing Wateroverlast vanzelfsprekend ook het Deltaprogramma met de regionale programma's, de Nationale Adaptatie Strategie en Nota Ruimte relevant. Hoe interactie en extra uitdagingen die ontstaan in de toekomst gerelateerd zijn aan keuzes daarin, is nog niet helder.

Overige mogelijke beleidstrajecten waarin interactie meegenomen zou moeten worden, zijn:

- National Waterprogramma 2028-2033
- Gebiedsuitwerkingen NWP: Zuidwestelijke Delta, Rijn-Maasmonding, Rivieren, IJsselmeergebied, Waddenzee en Eems-Dollard, Noordzee, kanalen.
- Gebiedsagenda's grote wateren en programma Ruimte voor de Rivier2.0 :

- Agenda IJsselmeergebied 2050, Agenda voor het Waddengebied 2050, Programma Noordzee
- Uitwerken of vormgeven van het principe: Water en Bodem Sturend
- NOVEX gebieden: 16/17 gebieden waar de ruimtelijke opgaven van overheden zo groot en gestapeld zijn, dat ze vragen om gezamenlijke regie van het Rijk en de regio. Uitdagingen daar zijn bijvoorbeeld: woningbouw, mobiliteit, energie, gezonde leefomgeving en gezondheid, en water- en klimaat als randvoorwaarde,

# 5 Conclusies en aanbevelingen

## 5.1 Conclusies

In deze verkenning is gekeken naar de interactie tussen het hoofd- en regionale watersysteem en de relatie met wateroverlast. De belangrijkste bevindingen daarbij zijn:

### 1. Er zijn aandachtsgebieden die voortkomen uit de interactie tussen het hoofd- en regionale systeem.

Er zijn aandachtsgebieden waar nu al uitdagingen liggen: waar nu de afvoer uit regionale systemen naar het hoofdwatersysteem of buitenwater al lastig is als dit hoofdwatersysteem hoge waterstanden heeft. Deze gebieden zijn al bekend en er wordt al onderzoek naar gedaan. Het zijn:

- 1 Het gebied dat afwatert via het Amsterdam-Rijnkanaal-Noordzeekanaal systeem
- 2 Het gebied dat afwatert via het Lauwersmeer
- 3 Het gebied dat via Delfzijl naar het buitenwater afwatert
- 4 Het gebied rond Zwolle
- 5 Het gebied rond de benedenloop van de Linge die afwatert naar de Merwede
- 6 De benedenloop van de Brabantse beken die afvoeren naar de Maas
- 7 Het gebied bij Breda, het Mark-Vliet-Dinkel boezemsysteem en de afwatering naar het Volkerrak-Zoommeer
- 8 De monding van de Geul, Roer en Geleenbeek

### 2. In de toekomst wordt de afwatering op deze locaties nog lastiger en komen er ook andere aandachtsgebieden bij.

De zeespiegelstijging leidt tot extra uitdagingen voor op korte termijn het ARK-NZK-gebied en de Linge en op langere termijn mogelijk ook voor de Hollandse IJssel en de systemen die daar op afwateren. Eerst komen systemen in laag Nederland die nu nog onder vrij verval afwateren in de knel. Op termijn zal de afname van de afvoercapaciteit van gemalen ook afnemen. De benodigde inspanning om gemalen aan te passen zodat deze grotere opvoerhoogtes aan kunnen, verschilt sterk per gemaal. De toename van rivierafvoeren vergroot vooral de uitdagingen voor de Brabantse beken en Limburgse rivieren die in de Maas uitkomen.

### 3. Als het hoofdwatersysteem in de toekomst wordt aangepast, veranderen ook de opgaves gerelateerd aan wateroverlast.

Vooraf het opzetten van het IJsselmeerpeil en het aanpassen van de open/gesloten status van rivierarmen en estuaria heeft zeer veel invloed op de afwatering van de regionale systemen die daarin uitkomen. Het opzetten van het IJsselmeerpeil om aandacht voor de Eem, Laak, het ARK, en vergroot het de uitdaging voor de IJssel-Vecht Delta (en dus ook Zwolle). Als de afvoerverdeling van de Rijnafvoer over de Rijntakken bij hoogwaters (ook bij minder extreme hoogwaters zoals de eens in de 10 jaar afvoer) verandert, dan levert dat logischerwijs extra uitdagingen op voor de riviertak die een groter deel van de Rijnafvoer zou moeten gaan afvoeren en een minder grote uitdaging voor de riviertak die juist een kleiner deel zou moeten gaan afvoeren.

### 4. Er is beleid gerelateerd aan de interactie tussen hoofd- en regionale watersystemen:

De instroom uit regionale systemen wordt bij de toetsing van het hoofdwatersysteem meegenomen als deze relevant is (als deze tot hogere extreme waterstanden leidt). Voor een aantal kanalen zijn er afspraken over hoeveel afvoer uit de regionale systemen maximaal mag worden afgevoerd naar deze kanalen. Bij zeer hoge waterstanden op de kanalen geldt een maalstop.

Hoge waterstanden in de hoofdwatersystemen hebben veel effect op de waterstanden in de (benedenloop van de) regionale systemen.

5. **Het is niet algemeen bekend of en in welke mate veranderingen in interactie worden beschouwd in toekomstverkenningen en beleid.** Het is niet bekend of de waterakkoorden en vergunningen voor afvoer naar de kanalen en rivieren die er nu zijn ook passen bij de toekomst. Ook is niet duidelijk hoe toekomstscenario's en mogelijke opties voor keuzes in het hoofdwatersysteem worden beschouwd in toekomstverkenningen voor regionale systemen en of daar extra informatie voor nodig zoals bijvoorbeeld de eens in de 10, 100 en 1000 jaar waterstand en/of duur van hoogwater voor nodig is. Bij het verkennen van de keuzes voor het hoofdwatersysteem worden voor zover bekend tot op heden de effecten van die keuzes op regionale watersystemen meestal niet beschouwd.
6. **Het is nog niet duidelijk hoe een strategie kan worden ontwikkeld voor gebieden waar de afwatering naar het hoofdwatersysteem een knelpunt gaat vormen.** Hier is in dit onderzoek ook niet naar gekeken. In gebieden waar knelpunten ontstaan kan overwogen worden dit knelpunt op te lossen via maatregelen in het watersysteem, of door aanpassingen van de kwetsbaarheid van het gebied. Het watersysteem kan aangepast worden op lokaal of regionaal niveau en soms kan ook aanpassen van het hoofdwatersysteem een optie zijn (bijvoorbeeld in het geval van het vergroten van de afvoercapaciteit van het gemaal bij IJmuiden). Ook de inrichting kan worden aangepast in lokale polders, of op grotere schaal. Er is nog geen redeneerlijn die helpt bij het kiezen van lokale of juist meer regionale inrichting oplossingen en om te komen tot een optimale combinatie van aanpassingen in lokale, regionale en/of het hoofdwatersysteem.

## 5.2 Aanbevelingen

Er zijn diverse mogelijke vervolgvragen en onderwerpen voor vervolg benoemd, zoals aanbevelingen om de interactie in aandachtsgebieden scherper in beeld te krijgen en om inzicht te krijgen in hoeverre deze al wordt beschouwd door de waterschappen en aanbevelingen om betere integrale strategieën voor wateroverlast rekening houdend met interactie te ontwikkelen.

**Aanbevelingen gericht op het aanscherpen van inzicht in interactie en in hoe interactie meegenomen wordt in regionaal waterbeheer zodat ingeschat kan worden of extra support vanuit het rijk en/of beleid nodig is:**

- 1 Het aanscherpen van het inzicht in de interactie tussen watersystemen bijvoorbeeld door vragen te stellen aan Waterschappen;
- 2 Het nagaan of en hoe waterschappen interactie met het hoofdwatersysteem meenemen in hun ontwerpen, vervangingsopgaves, toetsing en toekomstverkenningen
- 3 Nagaan of de interactie wordt meegenomen in andere toekomstverkenningen van bijvoorbeeld het deltaprogramma, de NAS, systeemanalyses (Hollandse IJssel, Zuid-westelijke Delta) etc.
- 4 Nagaan of interactie wordt meegenomen in DPRA stressten of bovenregionale stresstesten;
- 5 Inventariseren van de informatiebehoefte van Waterschappen met betrekking tot klimaateffecten op het hoofdwatersysteem of over mogelijke toekomstige aanpassingen van het hoofdwatersysteem
- 6 Het meer in detail kijken naar aandachtsgebieden nu en in de toekomst

### **Aanbevelingen gericht op inhoudelijke onderzoeksvragen over oplossingen**

Om in de toekomst na te kunnen denken over potentiële maatregelen, en strategieën is het nodig extra kennis te vergaren. Onderzoeksvragen hierbij zijn

- a. Welke maatregelen zijn mogelijk en waar zijn die kansrijk?
- b. Hoe kan een gebiedsoplossing ontwikkeld worden gebaseerd op een gewogen verdeling van maatregelen op lokaalniveau, regionaal niveau en in het hoofdwatersysteem waarbij zowel gekeken is naar maatregelen in het watersysteem als in ruimtelijk beleid, crisismanagement of verbeteren van voorbereiding en herstelcapaciteit.

### **Aanbevelingen gericht op processen genoemd door DGWB**

Ook heeft DGWB procesaanbevelingen genoemd:

- Wat zou de rol kunnen zijn van verschillende organisaties die een rol spelen bij het reduceren van de impacts van wateroverlast? (DGWB, RWS, Waterschappen, provincies, gemeenten, vitale aanbieders ...?),
- Wat is de ambitie van het team wateroverlast van DGWB hierbij?

## 6 Referenties

- Asselman, N. (2025) Interactie tussen hoofd- en zijrivieren van de Maas en de in Nederland. Deltaresrapport 11211568-004-ZWS-0002.
- Becker et al., A. (in prep.). *Building a database of adaptation Tipping points*. Project 11210260. Deltares, Delft.
- Botterhuis, A.A.J., Kuiper, B., Van der vliet, N. Stijnen, J.W. (2024). *Waterveiligheidsperspectief IJsselmeergebied. Technische Achtergrondrapport Fase 1*. Eindrapport. HKV PR4991, HKV. Lelystad.
- Buitelaar, R., Kollen, J. & Leerlooijer, C. (2015) Rapport Operationeel waterbeheer IJsselmeergebied: Inventarisatie huidige waterbeheer IJsselmeergebied door Rijkswaterstaat en Waterschappen. SWECO Rapport 344778.
- De Bruijn et al., 2025 (ARK redundantie memo @@)
- De Bruijn, K.M. (2023). *Relevante ontwikkelingen en nieuwe inzichten voor de herijking van het Deltaprogramma: een eerste verkenning*. Deltares, rapport 11209218-001, Delft.
- De Bruijn, K. & Maas, B. (2023) Methode voor bovenregionale stresstesten voor grootschalige neerslag: Ten behoeve van een landelijk uniform beeld. Deltares rapport 11209224-001-ZWS-0001.
- De Bruijn, K., Slager, K., Juch, S. (2022). Case studie Zuid-Holland: 'Analyse grootschalige wateroverlast'. Deltares rapport 11208520-000-ZWS-0008.
- Vemeulen, C. & Honingh, D. (2021). TB ARK/NZK – Effecten zeespiegelstijging op pomp- en spuicapaciteit. HKV rapport PR4388.10, juli 2021.
- HydroLogic (2015). Inventarisatie Slim Watermanagement Rijn-Maasmonding: Rijkswaterstaat Water, Verkeer en Leefomgeving in samenwerking met Waterschap Hollandse Delta, Waterschap Brabantse Delta, Hoogheemraadschap van Delfland, Hoogheemraadschap van Schieland en de Krimpenerwaard, Hoogheemraadschap van Rijnland, Hoogheemraadschap De Stichtse Rijnlanden, Rijkswaterstaat Zee en Delta en Rijkswaterstaat West Nederland Zuid.
- HydroLogic (2016). Slim Watermanagement Hollandse IJssel. Rapport P817, November 2016.
- HKV & ORG-ID (2024). Handreiking bovenregionale stresstesten wateroverlast (<https://klimaatadaptatienederland.nl/hulpmiddelen/overzicht/handreiking-bovenregionale-stresstesten/>)
- HKV (2024). Waterveiligheidsperspectief IJsselmeergebied, Technisch Achtergrondrapport Fase 1, Eindrapportage, A.A.J. Botterhuis, B.Kuijper, N van der Vliet J.W.Stijnen, PR4991.10, september 2024
- Kramer, N., Groenewege, R., Stouten, D. Klimaatbestendige netwerken: Stresstest Hoofdwatersysteem: Worst case analyse. Deltares rapport (in concept) 11210313-003-ZWS-0003.
- PBL Planbureau voor de Leefomgeving (2015). Basiskaart Aquatisch: de Watertypenkaart 2013. NationaalGeoRegister dataset 254ed45b-8fee-430c-8303-83c464a0d89a.

- Phernambucq, I.H. (2019) Redeneerlijn wateroverlast IJsselmeerregio. Witteveen+Bos rapport 112320/19-017.500
- Rijkswaterstaat – Servicedesk Data (2020). nwp\_overzichtskaart\_rivieren. NationaalGeoRegister dataset bbf268a7-d6ff-4822-803b-fac8e5bf05ef.
- Slager, K., Douben, K., Deurloo, T., van der Doef, M., Mulders, M. (2023). Globale analyse impacts bovenregionale wateroverlast Brabantse Delta. Deltares rapport 11208014-008-BGS-0001.
- STOWA (2019). *Overal in Nederland, nu én in de toekomst: een actueel beeld van de kans op extreme neerslag*. STOWA nr. 2019-19A.
- STOWA, 2020, Handelingsperspectieven om te komen tot een waterrobuust Zwolle, Ferdi Timmermans, STOWA rapport 2020-10, 978.90.5773.889.0
- Van de Wardt, W. (2022). Stroombanen heuvelruggen Vallei en Veluwe. Aveco de Bondt rapport 221128\_AdB\_RAP\_0001\_v1 (<https://klimaatvalleienveluwe.nl/wp-content/uploads/2024/05/Achtergrondrapport-stroombanen-hellend-gebied.pdf>)
- Van Ek, R., van 't Veer, R., Reitsema, R.E. (2021) Ecologische visie Waterland-Oost. Witteveen+Bos rapport 123034/21-005.670 (<https://web.archive.org/web/20231203104935/https://www.noord-holland.nl/dsresource?objectid=e1619ac4-4a23-4229-be5a-1f7159774600&type=PDF>)
- Van Ginkel, K., Meijer, L., Woning, M. (2023). Grootschalig Neerslag Event provincie
- Zuid Holland: Effecten op bereikbaarheid op het Hoofdwegennetwerk en onderliggend netwerk. Deltares rapport
- Van der Brugge, R., de Winter, R. (2024). *Deltascenario's 2024. Zicht op water in Nederland. Nationaal Deltaprogramma*, Deltares, Delft. Link: [Deltascenario's 2024 Hoofdrapport | Deltaprogramma](#)
- Rapportage bovenregionale stresstesten regio Friesland@, 2025

# A Bespreking van de interactie per regio

## A.1 Friesland

Het Friese polder-boezemsysteem kent een streefpeil van 0,52 m onder NAP (Phernambucq, 2019). De afvoer uit de boezem vindt plaats (zie figuur A-1 en A-2):

- Onder vrij verval
  - naar de Waddenzee met de spuisluisen De Tsjerk Hiddes sluis (bij Harlingen) (normaal getij is tussen -1,30 en +1,30 m +NAP).
  - naar het Lauwersmeer met de Friese sluis en de Dokkumer Nieuwe Zijlen (-0,93m + NAP). Het Lauwersmeer ontvangt ook water van Waterschap Noorderzijlvest. Via de spuisluisen bij Lauwersoog wordt water van het Lauwersmeer naar de Waddenzee afgelaten. Dit kan niet als de waterstand op de Waddenzee hoog staat.
- Via gemalen: Het waterschap kan (bij verhoogd water op de Waddenzee en op het Lauwersmeer) de gemalen Hoogland en Wouda, die naar het IJsselmeer uitslaan, bijschakelen om de waterstand op de boezem te beheersen. Het streefpeil van het IJsselmeer is -0,20 in de zomer -0,40m + NAP in de winter.

De kleine polders op de Waddeneilanden malen direct naar de Waddenzee en ook de donkergrijs gekleurde gebieden in figuur A-2 malen direct naar de Waddenzee.

In het Lauwersmeer komt de afvoer van grote gebieden samen. Bij het Lauwersmeer wordt gedacht aan de aanleg van een nieuwemaal, zodat ook bij verhoogde zeewaterstanden overtollig water afgevoerd kan worden richting zee.

Het Friese Boezemsysteem heeft veel bergingsruimte door het grote oppervlak en de kades langs de boezem waardoor de waterstand kan stijgen zonder direct overlast te veroorzaken. Gemiddeld is de waterschijf die in de boezem geborgen kan worden maar liefst 300 mm (Rapportage bovenregionale stresstesten, 2025). Aanvullend op de boezem kunnen ca. 700-800 hectare ingezet worden voor waterberging (in totaal zo'n 6 Mm<sup>3</sup> berging).



Figuur A-1 Schematische weergave van de werking van de Friese Boezem (Bron: Friesland kaartbeeld Wateroverlast basisgebeurtenis, te downloaden van: [Grootschalige extreme regen](#))



Figuur A-2 Weergave regionale systeem van Friesland. Met:

1. In geel polders die via de Friese boezem en de afvoerpunten met de groene pijlen en stippen naar het buitenwater afvoeren,
2. In groen gebieden die onder vrij verval naar de boezem afwateren
3. In grijs de afgekoppelde gebieden die direct naar de Waddenzee uitmalen,
4. Boezemgemalen met groene punten en spuisluizen met groene pijlen (Bron: Botterhuis et al., 2024).

### Invloed van het buitenwater op de afwateringsmogelijkheden

Verhoogde zeewaterstanden hebben wel invloed op de spui-capaciteit naar de Waddenzee en de afvoer uit het Lauwersmeer naar de Waddenzee: Bij hoge waterstanden kan niet gespuid worden. Hoge waterstanden op het Lauwersmeer worden vooral veroorzaakt door hoge waterstanden op de Waddenzee. Ze zijn minder bepaald door de aanvoer vanuit Groningen/Drenthe en of Friesland. De zeewaterstand en het IJsselmeerpeil worden niet of nauwelijks beïnvloed door de instroom vanuit Friesland<sup>3</sup>

De gemalen ondervinden minder hinder van hoge buitenwaterstanden dan de spuisluizen. Hoge meerpeilen beïnvloeden enigszins de beschikbare pompcapaciteit naar het IJsselmeer<sup>4</sup> (zie tabel 2.1). Bij een opvoerhoogte van 80 cm is het gemaal zo'n 10 procent minder effectief dan bij een opvoerhoogte van 50 cm. De exacte invloed verschilt per gemaal.

Bij beperkte afvoer naar het buitenwater zal het boezempeil stijgen. Als het boezempeil stijgt tot 0,3 m boven streefpeil (NAP-0,22 m), wordt een maalstop voor de poldergemalen afgekondigd. Er ontstaat dan bij neerslag overlast in de lagere delen van de polders. Er zijn geen vaste procedures of afspraken over het instellen van een maalstop.

<sup>3</sup> Hoge IJsselmeerpeilen komen voor bij langdurige verhoogde aanvoer vanuit de waterschappen, Overijsselse Vecht en IJssel in combinatie met een periode van beperkte afvoercapaciteit op de Afsluitdijk.

<sup>4</sup> Volgens HKV(2025) loopt de capaciteit van het boezemgemaal sterk terug bij een opvoerhoogte van 1,1 m (Dit past bij een meerstand van 60 á 90 cm boven NAP op het IJsselmeer, (afhankelijk van de boezemwaterstand). De kans hierop is geschat op 1/225 per jaar (Botterhuis et al, 2024).

Tabel A-1 De pompcapaciteit bij verschillende opvoerhoogtes van de gemalen Hoogland (links) en Wouda (rechts) van de Friese boezem (Botterhuis et al. 2024)

$Q_{\text{pomp}}$ [m <sup>3</sup> /s]	Nr.	$Q_{\text{gemaal}}$ [m <sup>3</sup> /s]	Opvoerhoogte [m]	$Q_{\text{pomp}}$ [m <sup>3</sup> /s]	Nr.	$Q_{\text{gemaal}}$ [m <sup>3</sup> /s]	Opvoerhoogte [m]
32.0	4	128	0.00	8,6	8	69	0,00
26.8	4	107	0.50	8,2	8	66	0,40
24.7	4	99	0.70	8,0	8	64	0,60
23.6	4	95	0.80	7,8	8	63	0,90
22.6	4	90	0.90	7,2	8	58	1,70
20.5	4	82	1.10	6,7	8	54	2,35
0.0	4	0	1.29	0,0	8	0	2,82

### Aandachtsgebied

Samenvattend is op dit moment het Lauwersmeer en het gebied dat daarop afwatert een aandachtsgebied vanwege de beperkte spuumogelijkheden naar de Waddenzee bij stormopzet. Dit is al bekend en daarom wordt in de toekomst een gemaal aangelegd ook bij hoge buitenwaterstanden nog te kunnen afvoeren richting zee.

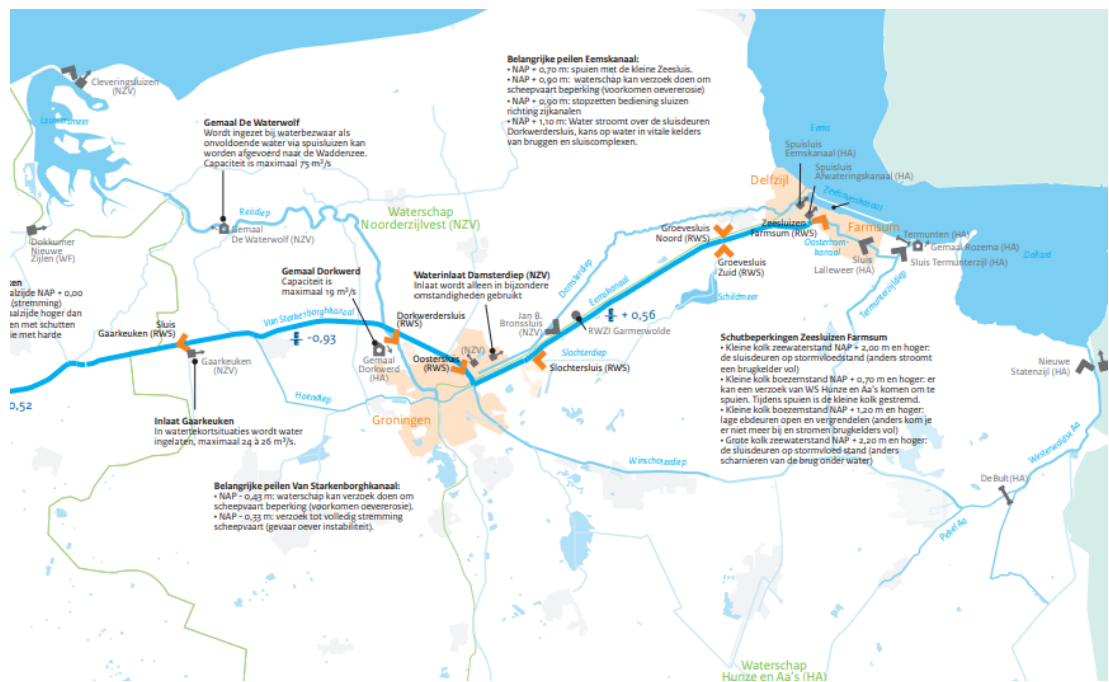
## A.2 Groningen en Noordoost-Drenthe

Deze regio wordt gekenmerkt door enkele boezemstelsels en kustpolders, van Waterschap Noorderzijlvest (boezempeil NAP -0,93 m; Phernambucq, 2019) en Waterschap Hunze en Aa's, die via gemalen en spuisluizen en onder vrij verval afwateren op de Waddenzee en de Eems-Dollard. De zeewaterstand wordt niet beïnvloed door de instroom vanuit de waterschappen, maar andersom heeft getij en windopzet op zee wel invloed op de beschikbare pomp- en spuicapaciteit. Om deze gevoeligheid te illustreren: "Bij een gunstig tij kan heel veel water naar de Dollard) worden gespuid, bij een slecht tij niets." (Buitelaar et al., 2015). Dit leverde in 2012 al kritieke situaties op waarbij het dorp Tolbrecht geëvacueerd is. Sindsdien is het systeem wel verbeterd, maar het samenvallen van hoogwater op zee en veel neerslag in het achterland blijft een uitdaging. Aangezien er steeds minder vaak gespuid kan worden, neemt de kans op overlast hier toe.

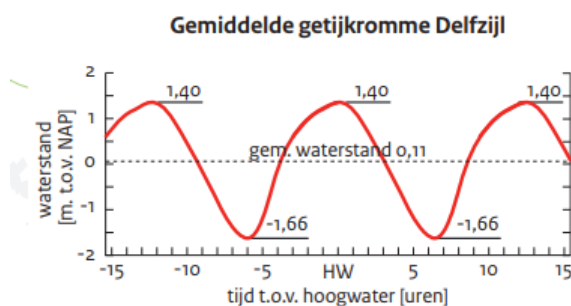
Het zuidelijk deel van de regio wordt beheerd door het Waterschap Hunze en Aas. Ook dit waterschap voert water af naar de Eemsdollard door spuisluizen en met behulp van gemalen. Bij hoogwater op de Eems Dollard is het lastiger om overtollige neerslag af te voeren naar zee bij Delfzijl en Nieuwe Statenzijl. Er kunnen dan bergingsgebieden en noodbergingsgebieden worden ingezet. Er zijn twee grote gemalen: Rozema (2700 m<sup>3</sup>/min opvoerhoogte 4,5m) en Duurswold (1950 m<sup>3</sup>/min, 4m opvoerhoogte)<sup>5</sup>. De herhalingstijd van overschrijding van deze opvoerhoogte is niet achterhaald. Normaal getij fluctueert tussen - 1,66 en + 1,4m boven NAP (zie figuur A-4) wat betekent dat bij de huidige zeestand spuien nog mogelijk is gedurende een lange periode (streefpeil ligt immers op +0,56m +NAP, zie figuur A-3). Bij stormopzet en zeewaterstanden van 2m +NAP wordt het schutten bij de zeesluizen gestremd en worden deuren vastgezet in stormvloedstand. De sluisen worden ook deels gestremd als er extra gespuid moet worden vanwege hoge peilen op het Eemkanaal (vanaf 0,70 + NAP). Als er niet gespuid kan worden, en er valt veel regen dan zullen de peilen op de boezem stijgen. Bij een verhoging tot +0,90m +NAP wordt de scheepvaart gestremd om oevererosie van de kades langs het Eemkanaal te voorkomen.

De afwatering van deze regio bij het Lauwersmeer en bij Delfzijl en Nieuwe Statenzijl vraagt aandacht, zeker in de toekomst als de zeespiegel stijgt en de duur en frequentie van periodes waarin niet gespuid kan worden toeneemt en ook extreme neerslag toeneemt.

<sup>5</sup> [Regen, regen, regen: waterschap Hunze en Aa's aan de bak tegen hoog water](#)



Figuur A-3 Uitsnede van de kaart van operationeel Watermanagement van de Hoofdvaarweg Lemmer-Delfzijl van Rijkswaterstaat versie juli 2023 (te downloaden van: <https://share.google/f7gmIWhQk9bAtdlYZ>)



Figuur A-4 Huidige gemiddelde getijkromme bij Delfzijl

### A.3 Zuiderzeeland

Deze regio wordt gekenmerkt door laag liggende polders (-6,20 tot -4,50 mNAP; Phernambucq, 2019) die via grote gemalen afwateren op het IJsselmeer, Markermeer en de Veluwerandmeren.

De meerpeilen worden nauwelijks beïnvloed door de instroom vanuit de waterschappen zolang er voldoende water afgevoerd kan worden via de Afsluitdijk, maar andersom hebben verhoogde waterstanden op de meren wel invloed op de beschikbare pompcapaciteit. Voor de gemalen in deze regio geldt dat voor iedere 25 cm extra opvoerhoogte de gemaalcapaciteit met 1 tot 10% afneemt, afhankelijk van het gemaal, zie tabel A2 en A3. (HKV, 2025). Een opzet van 50 cm komt jaarlijks voor bij storm uit westelijke of noordwestelijke richting. De maximale opvoerhoogtes van de gemalen liggen gelukkig erg hoog.

De afwatering van Zuiderzeeland wordt dus beperkt gehinderd door hoge buitenwaterstanden op het IJsselmeer en het Markermeer, maar vergeleken met andere gebieden is dit gebied relatief ongevoelig hiervoor.

Tabel A-2 Voorbeelden van pompcurves van gemalen in de Noordoost Polder: Gemaal Buma (links) en Vissering (rechts) Bron: Botterhuis et al, 2024.

$Q_{pomp}$ [m <sup>3</sup> /s]	Nr.	$Q_{gemaal}$ [m <sup>3</sup> /s]	Opvoer- hoogte [m]
9,47	2	18,9	3,00
9,47	2	18,9	5,75
9,17	2	18,3	6,00
8,80	2	17,6	6,25
8,45	2	16,9	6,50
8,15	2	16,3	6,75
0,00	2	0,0	13,54

$Q_{pomp}$ [m <sup>3</sup> /s]	Nr.	$Q_{gemaal}$ [m <sup>3</sup> /s]	Opvoer- hoogte [m]
11,80	3	35,4	3,00
11,80	3	35,4	5,75
11,58	3	34,8	6,00
11,35	3	34,1	6,25
11,15	3	33,5	6,50
10,90	3	32,7	6,75
0,00	3	0,0	17,65

Tabel A-3 Voorbeelden van pompcurves van gemalen in Flevoland: Colijn (links) en Bloq van Kuffelen en Wortman (rechts), bron: Botterhuis, et al, 2024.

$Q_{pomp}$ [m <sup>3</sup> /s]	Nr	$Q_{gemaal}$ [m <sup>3</sup> /s]	Opvoer- hoogte [m]
8,40	2	16,8	3,00
8,40	2	16,8	6,00
7,85	2	15,7	6,25
7,18	2	14,4	6,50
6,53	2	13,1	6,75
5,90	2	11,8	7,00
0,00	2	0,0	9,33

$Q_{pomp}$ [m <sup>3</sup> /s]	Nr	$Q_{gemaal}$ [m <sup>3</sup> /s]	Opvoer- hoogte [m]
7,20	6	57,6	3,00
7,20	6	57,6	6,00
6,76	6	54,1	6,25
6,26	6	50,1	6,50
5,77	6	46,1	6,75
5,24	6	41,9	7,00
0,00	6	0,0	9,50

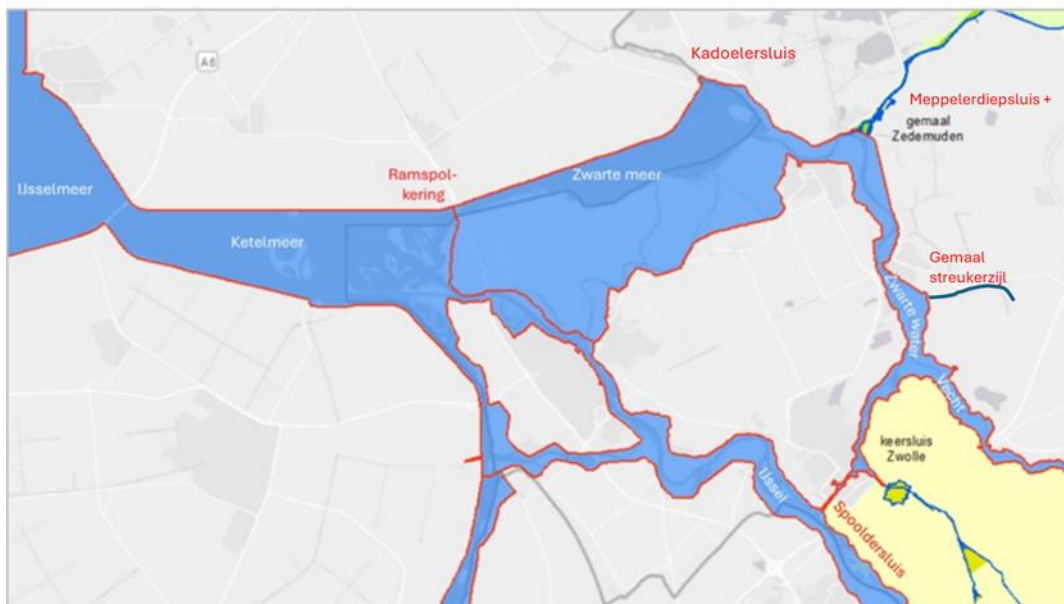
## A.4 Overijsselse Vecht

De afwatering van deze regio richting het hoofwatersysteem (Zwarte Meer en Zwarte Water) loopt via grotendeels via de Overijsselse Vecht (grensoverstijgende afvoer), Sallandse Weteringen, Meppelerdiep en Kadoelermeer (zie figuur A-5).

De waterstand op het Zwarte Meer en Zwarte Water loopt op bij verhoogde afvoer van de Overijsselse Vecht en/of door storm uit het Noordwesten, waarbij het water vanuit het IJsselmeer de Vechtdelta wordt ingeduwd. De stormvloedkering Ramspol kan tijdens storm worden ingezet om het achterliggende gebied te beschermen. Het water van het Zwarte Water wordt dan tijdelijk geborgen in het Zwarte Meer. Bij hogere waterstanden op het Zwarte Water kunnen daarop afstromende wateren zoals het Meppelerdiep en de ook de Zwolse weteringen niet meer goed afvoeren.

### Aandachtsgebied: Sallandse Weteringen bij Zwolle

Bij verhoogde waterstanden op het Zwarte Meer en Zwarte Water worden diverse sluisen gesloten, zoals bij het Meppelerdiep, de Zwolse stadsgrachten (Sallandse weteringen), de Galgenraksluis en Kadoelersluis. Bij het Meppelerdiep en Galgenrak staat een gemaal zodat het waterschap bij een dichte sluis af kan afwateren richting het Zwarte Water. Bij de Zwolse Weteringen is er (nog) geen gemaal. Dit geeft een uitdaging voor de afwatering van neerslag uit Zwolle en omgeving. Bij Zwolle wordt er daarom al nagedacht over wateroverlastmaatregelen; waterberging bovenstrooms, het versterken van de regionale keringen en het plaatsen van een gemaal richting het Zwarte water (zie Stowa, 2020).



Figuur A-5 Vechtdelta met Overijsselse Vecht keersluis Zwolle, gemaal Zedemuden en Kadoelersluis. (bron: HKV, 2024)

## A.5 Achterhoek

Deze regio wordt voornamelijk gekenmerkt door rivier- en beeksystemen die afwateren op de Twentekanalen en de IJssel, zoals de Berkel, Schipbeek en Oude IJssel.

De Twentekanalen, de Berkel, Schipbeek en de Oude IJssel wateren onder vrij verval af naar de IJssel. Voor de Berkel geldt dat dit mogelijk is tot een IJsselwaterstand van NAP +5,5 m; bij hogere standen wordt het gemaal Helbergen ingezet ([Slim Watermanagement redeneerlijnen Oost-Nederland](#)). De Oude IJssel stroomt onder vrij verval in de IJssel bij stuw Doesburg

Behalve naar de IJssel voert de Berkel via het Verdeelwerk Lochem ook maximaal 32 m<sup>3</sup>/s af naar de Twentekanalen, terwijl de Schipbeek via een overlaat 8 m<sup>3</sup>/s naar de Twentekanalen afvoert. Bij dreigende wateroverlast in het regionale systeem kunnen deze debieten (binnen de fysieke grenzen van de aflaatwerken) worden vergroot (als er geen afvoer beperkingen richting de IJssel zijn).

Volgens Asselman (2025) geldt dat hoge IJsselafoeren niet tot grote problemen voor de zijrivieren zorgt. Dit komt deels doordat ook hier dijken zijn aangelegd, maar ook omdat er verhang aanwezig is. Zeker in het geval van de Twentekanalen waar stremming pas optreedt bij zeer hoge Rijnafoeren (12.000 m<sup>3</sup>/s te Lobith). Maar zelfs bij een Bovenrijnafoer van 16.000 m<sup>3</sup>/s en een 'maatgevende' afvoer op de Twentekanalen van 176 m<sup>3</sup>/s, zou via de aflaatwerken bij Eefde nog 93% van de originele capaciteit kunnen worden benut.

In Asselman (2025) wordt ook ingegaan op de invloed van de beken op de IJsselafoer. Asselman (2025) beschrijft dat alle zijrivieren samen (zijrivieren zoals de Oude IJssel, Berkel en de Schipbeek) zo'n 5 tot 15% aan de IJsselafoer bijdragen. Dit kan leiden tot 40 cm hogere waterstanden bij Olst. De kans dat dit leidt tot gevaarlijk hoge waterstanden (maatgevend voor de dijken) op de IJssel is gelukkig klein. De relatie tussen afvoerpieken op de beken en de IJssel is zwak. Zo piekt de Oude IJssel bijvoorbeeld meestal 5 tot 7 dagen eerder dan de IJssel zelf waardoor de piek op de IJssel zelf niet sterk beïnvloed wordt door instroom vanuit de Oude IJssel.

De Twentekanalen bestaan uit een hoofdkanaal van ca. 50 km dat loopt van de IJssel naar Enschede, en een zijkanaal van 16 km richting Almelo (zie figuur A-6). De Twentekanalen zijn aangewezen als hoofdvaarweg. Naast de functie scheepvaart worden de Twentekanalen ook gebruikt als watervoorziening en voor afwatering. De hoeveelheid water die de waterschappen op het Twentekanaal mogen lozen is per lozingspunt vastgelegd in het Waterakkoord (2025). Er wordt vanuit laaggelegen gebied op het kanaal gemalen, bijvoorbeeld door het Banisgemaal bij Almelo. Ook de afvoer van verschillende beken, zoals de Berkel, Bolksbeek, Buursebeek, wordt gedeeltelijk via de Twentekanalen afgevoerd zoals hierboven beschreven. De af te voeren debieten volgens het waterakkoord betreffen de maatgevende uurgemiddelde debieten behorende bij een kans op overschrijding van 1/100 per jaar. Mocht de aanvoer hoger worden dan afgesproken, dan kan men mogelijk te maken krijgen met oplopende waterstanden op het kanaal. Of dit werkelijk tot problemen leidt, is niet geheel duidelijk en ook afhankelijk van de op dat moment beschikbare afvoercapaciteit vanuit de kanaalpannen (Kramer *et al.*, 2025). Het is aan te raden om te onderzoeken of de huidige waterakkoorden passend zijn in de toekomst. Het Twentekanaal staat nu niet bekend als een urgent knelpunt voor afvoer van de regio.

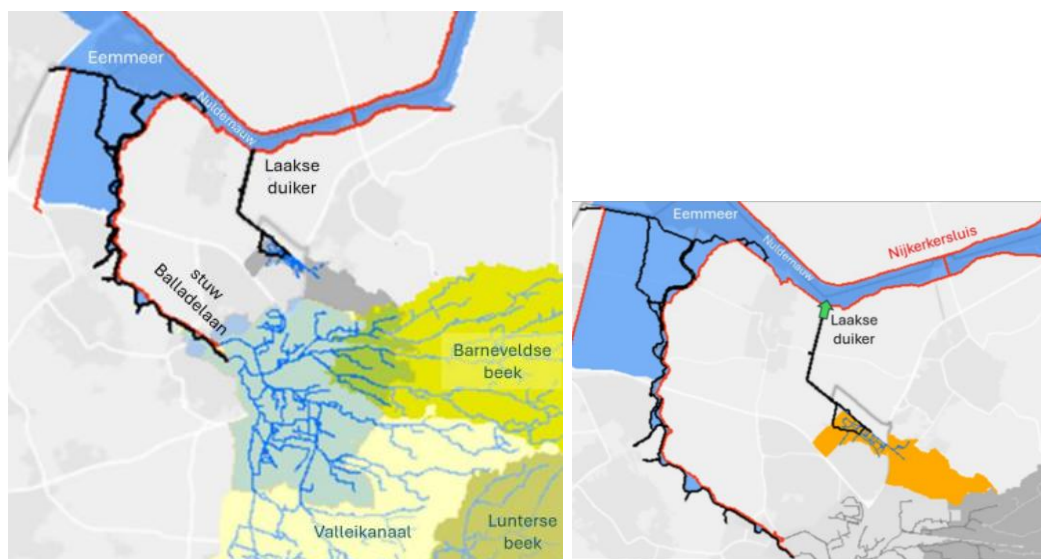


*Figuur A-6* Overzicht Waterafvoergebied. Het blauwe deel voert (gedeeltelijk) af via Eefde. Het gehele stroomgebied dat afwaterd op de kanalen heeft een oppervlak van 1.500 km<sup>2</sup>, waarvan 600 km<sup>2</sup> gelegen is in Duitsland. Bij Zutphen monden de Twentekanalen uit in de IJssel. Bron: Infographic RWS-WMCN.

## A.6 Valleien en Veluwe

Deze regio is deels vrij afwaterend en deels bemalen en voert af naar de Veluwerandmeren en de (Beneden-)IJssel. De belangrijkste waterloop is de Eem. De Eem ontvangt water uit talloze beken en sloten die de Veluwe afstromen, zoals de Heiligenberger Beek die in Amersfoort in de Eem stroomt, en het Valleikanaal dat van Rhenen naar Amersfoort loopt en ook veel water vanuit sloten en beken afvoert. In het verleden ontstonden grote overstromingen bij stormopzet op de Zuiderzee als de Eem niet kon afstromen, maar dat is sinds de aanleg van de Afsluitdijk veel minder vaak het geval. Er kan in Amersfoort een stuw bij de Balladelaan worden geheven tot een hoogte van 1,85 m die zorgt dat hoge waterstanden op het Markermeer niet verder doorwerken en er geen overlast ontstaat door alleen storm (Zie figuur A-7). Overlast en interactie met het Eemmeer is dus vooral van belang benedenstrooms van die stuw. De mate van overlast is dan afhankelijk van de afvoer uit het stroomgebied. Alleen in het blauw gekleurde gebiedje net benedenstrooms van de Koppelpoort kan overlast ontstaan. De gebieden die overstromen zijn bekend en beslaan 1580 hectare (eens in de 10 jaar) en 3490 ha bij eens in de 100 jaar gebeurtenissen (Botterhuis *et al.*, 2024).

Een andere waterloop is de Laak, een voor de afwatering van Nijkerkerveen en Hooglanderveen gegraven beek die uitkomt in het Eemmeer. Hoge waterstanden op de Laak ontstaan bij veel neerslag in combinatie met een hoge waterstand op het Nuldernauw (deel van het Eemmeer). Bij storm kan er geen water worden afgevoerd via de Laak en moet het water worden geborgen op de Laak en functioneert deze als bergboezem. Vanaf een hoogte van 0,95m NAP loopt de regionale kering aan de oostzijde over en stroomt water het aanliggend poldergebied Arkemheen in. Dit voorkomt verdere stijging van de waterstand op de Laak en beschermt dus onder andere Vathorst.



Figuur A-7 Overzicht deel Eemmeer met stuw Balladelaan en Laakse duiker en het watersysteem achter de Laakse duiker. Lin rood de primaire keringen en in zwart de regionale keringen, in oranje het gebied Vathorst van Amersfoort. Bron: Botterhuis *et al.*, 2024.

Andersom, zal een hoge aanvoer vanuit deze beken een minimaal effect hebben op het Markermeerpeil. Alleen als de aanvoer samenvalt met beperkingen in spuimogelijkheden richting het IJsselmeer kan de extra aanvoer relevant zijn.

Concluderend kunnen we stellen dat er zeker interactie is tussen het peil op het Markermeer/Eemmeer en de afvoer uit de Eem en Laak, maar dat het huidige systeem daar al op is ingericht. Als de waterstandsstatistiek van het IJsselmeer in de toekomst verandert en extreme peilen een grotere frequentie zouden krijgen, dan is er mogelijk wel meer effect op de afwatering vanuit de Eem en Laak.

## A.7 ARK-NZK (Centraal Holland)

Het Amsterdam-Rijnkanaal - Noordzeekanaal (ARK-NZK) voert een groot deel van het neerslagoverschot af van Noord-Holland, Utrecht en een deel van Zuid-Holland (zie figuur A-8). Regenwater dat in dit gebied valt, wordt via beken, poldersloten, poldergemalen, boezem en boezemgemalen naar het ARK-NZK getransporteerd. Het grootste deel van dit water wordt via het spui- en gemaalcomplex bij IJmuiden naar de Noordzee afgevoerd.

De interactie tussen het regionale en hoofdwatersysteem is groot; het ARK-NZK is een belangrijke route voor de waterschappen om overtollig water af te voeren, maar de afvoercapaciteit is met name met wind uit het noordwesten beperkt en bergingsruimte in het systeem is heel klein. Een kleine peilstijging tot 10 cm boven streefpeil vraagt al om maatregelen. Bij 20 cm peilstijging wordt een deel van Amsterdam al afgesloten van het ARK-NZK om het watersysteem en de riolering daar te beschermen en bij 40 cm peilstijging boven streefpeil komen zelfs de dijken langs het ARK-NZK in gevaar. Om een calamiteit te voorkomen, worden in zo'n situatie alle gemalen die water afvoeren uit de aanliggende gebieden, zoals uit de Haarlemmermeer (met Schiphol), de omgeving van Amsterdam, en gebieden als Waterland stilgelegd zodat het kanaalpeil in het ARK-NZK niet veel meer stijgt. Dit geeft wateroverlast en schade in de polders die in dat geval hun regenwater moeten bergen. De kans dat een maalstop (kanaalpeil van NAP 0,00 m) optreedt is geschat op ongeveer eens in de 70 jaar (HKV & Hydrologic, 2017) en zal in de toekomst verder toenemen. Het Rijk werkt samen met regionale overheden in het Deltaprogramma Centraal Holland aan wateroverlastbeleid voor het ARK/NZK. Daarnaast is Rijkswaterstaat bezig met uitbreiding van de pompcapaciteit van gemaal IJmuiden.

Hieronder wordt per gebied nader ingegaan op de afvoermogelijkheden van de omliggende waterschappen.



Figuur A-8. Overzicht van het watersysteem ARK-NZK excl. Betuwepand en inclusief de belangrijkste kunstwerken. Bron: Vermeulen et al., 2017.

### **Noord-Holland**

Deze regio wordt gekenmerkt door boezemwateren die worden beheerd door HHNK waarvan de Schermerboezem en het gebied dat daarop afwatert (streefpeil 0,50m-NAP; Phernambucq, 2019) een groot deel van de regio beslaat (Van Ek et al., 2021). Er bestaan meerdere afvoerroutes naar zee, en het IJsselmeer, Markermeer of NZK. Een zuidwestenwind is het meest gunstig voor de afwatering naar ander buitenwater dan het ARK-NZK (HydroLogic, 2022). Vooral bij noordwestenwind is het lastig om het water naar het Markermeer en zee af te voeren en wordt de route richting het ARK-NZK gebruikt.

### **Rijnland, AGV-West en HDSR-West**

De boezemwateren van Rijnland, AGV en HDSR kennen meerdere afvoerroutes naar het buitenwater en ook naar elkaar. Alle drie de waterschappen wateren af op het ARK-NKZ. Rijnland kan ook afvoeren naar de Noordzee via het gemaal bij Katwijk of bij Gouda naar de Hollandse IJssel. HDSR-West kan ook afvoeren naar de Hollandse IJssel, en AGV-West ook naar het Markermeer (via gemaal Zeeburg en de Ieperslotersluis). De Amstel(land)boezem staat in open verbinding met het NZK en wordt afgesloten bij hoogwater. Deze regio kent een hoog risico op wateroverlast als er een maalstop wordt ingesteld voor het ARK-NZK en andere afvoermogelijkheden moeilijk benut kunnen worden, bijvoorbeeld door windopzet.

### **AGV-Oost en HDSR-Oost**

In dit gebied wordt neerslag afgevoerd via

- 1 Via drainage naar de vrij afstromende Vecht die weer uitkomt in het ARK-NZK
- 2 Via poldergemalen naar de Vechtboezem die in open verbinding met het ARK-NZK
- 3 Ook kan er soms onder vrij verval water uit het ARK naar het Markermeer worden afgevoerd bij Muiden.

### **Aandachtsgebied:**

Aangezien het hele gebied met veel belangrijke functies sterk afhankelijk is van de afvoer bij IJmuiden is dit gebied een aandachtsgebied. Er wordt al onderzoek gedaan door Deltaprogramma Centraal Holland naar de benodigde gemaalcapaciteit bij IJmuiden en het toekomstbestendig maken van het watersysteem in deze regio. Dit is nu al nodig door de verminderde spuumogelijkheden, grotere extreme neerslag, veranderd landgebruik. Hierbij worden maatregelen in de inrichting van de polders, in de regionale watersystemen en in het hoofdwatersysteem overwogen. Ook wordt onderzoek gedaan naar een mogelijk tweede gemaal naar het Markermeer (zie o.a. De Bruijn et al., 2025).

## **A.8 Rijn-Maasmonding**

Dit gebied bestaat uit polders gelegen onder zeeniveau die direct of via een boezem afwateren op het buitenwater.

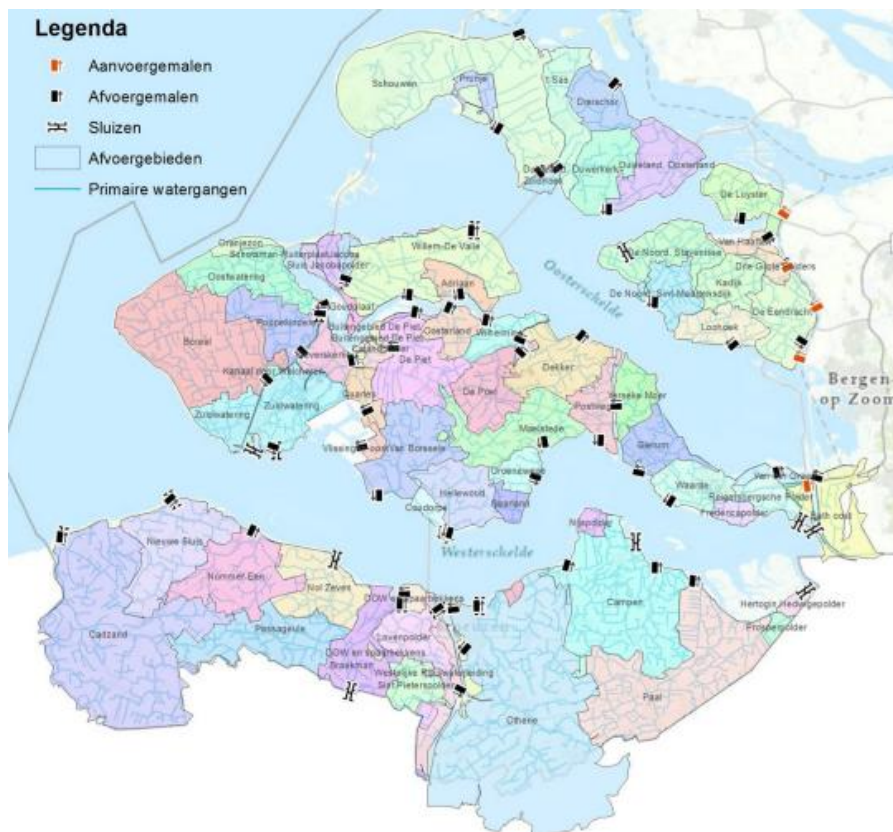
- Delfland heeft een boezemstelsel dat via gemalen afwatert op zee en de Nieuwe Waterweg.
- Het boezemstelsel van Schieland en de Krimpenerwaard bestaat uit kanalen, vaarten en plassen (zoals de Rottemeren en de Zevenhuizerplas). Dit water stroomt of wordt gepompt richting de grote rivieren, zijnde de Nieuwe Maas, de Hollandse IJssel en de Lek.
- De meeste polders van het beheergebied van waterschap Hollandse Delta lozen rechtstreeks (via gemalen of spuien) op het rivier- of zeegebied (zoals de Oude Maas, Nieuwe Maas, Spui, Haringvliet of Hollands Diep). Elk eiland of deelgebied heeft zijn eigen lokale watersysteem met afzonderlijke gemalen.

Het buitenwater kan de aanvoer van de waterschappen goed aan. Verhoogde buitenwaterstanden hebben beperkte invloed op de gemaalcapaciteit. De gemaalcapaciteit van de boezemgemaal van de Waterschappen Delfland en Schieland en Krimpenerwaard vermindert tussen 5- 15% bij een T10 buitenwaterstand (Bovenregionale Stressteste RMM @ ref). De sturingskracht is voor deze regio in het hoofdwatersysteem beperkt en de wateroverlastopgave ligt daar voornamelijk in de regionale watersystemen zelf en slechts in beperkte mate in de interactie met het hoofdwatersysteem (HydroLogic, 2015).

De gemalen langs de Hollandse IJssel mogen niet doorgaan met uitmalen als de peilen op de Hollandse IJssel te veel oplopen. Er wordt een maalstop afgekondigd als het peil op de Hollandse IJssel stijgt tot boven de 2,6m + NAP. Dit maalstoppeil kan alleen ontstaan als de Hollandse IJsselkering lang gesloten is en er heel veel afvoer door neerslag is, of als de sluiting op een hoog peil plaatsvindt in plaats van bij eb zoals gebruikelijk is. Het maalstoppeil wordt vrijwel nooit bereikt. In de toekomst, als de Hollandse IJsselkering (HIJK) door zeespiegelstijging vaker zal sluiten, zal de kans op samenvaal van grote neerslag en gesloten HIJK toenemen. Bovendien neemt dan de berging in de Hollandse IJssel achter de kering af: deze wordt bepaald door het peil op het sluitmoment (ebstand) en deze wordt in de toekomst door zeespiegelstijging hoger.

## A.9 Scheldestromen

Deze regio heeft veel verschillende grotere en kleinere poldergemalen die uitslaan naar het buitenwater (zoals de Wester- en Oosterschelde, Haringvliet, Grevelingen, Veerse Meer) (zie figuur A-9). De wateroverlast wordt hier niet sterk of frequent beïnvloedt door hoge zeestanden (HydroLogic, 2015). De opvoerhoogte verschilt per gemaal. Of het gemaal aan te passen is naar de toekomst en wat daarvoor de gevraagde inspanning is wisselt per gemaalttype. Soms kan de pomp vervangen worden, maar op andere locaties waar het pompgebouw bedreigd wordt door stijgend zeewater of waar een slakkenhuisconstructie is waar water door loopt, is het verhogen van de opvoerhoogte een veel omvangrijker opgave. Gezien het grote aantal gemalen is de totale opgave mogelijk aanzienlijk, maar kan deze wel gespreid worden over meerdere decennia en plaatsvinden op het moment dat de gemalen of pompen toch vervangen moeten worden vanwege het einde van hun levensduur. Het waterschap is al continu bezig met vervangingen: de afgelopen jaren zijn spuisluizen vervangen door gemalen en oude dieselmalen door elektrogemalen. Bij nieuwbouw en renovatie wordt rekening gehouden met de zeespiegelstijging.



Figuur A-9 Weergave van de gemalen van het Waterschap Scheldestromen. Bron: [\(Waterschapsbeheerprogramma Scheldestromen 2022 – 2027,](#)

## A.10 Rivierenland

Deze regio bestaat uit het rivierengebied langs de Waal, Nederrijn-Lek en Maas met vooral polders, maar ook vrij afwaterende beken (zoals bijvoorbeeld e Groesbeek die de stuwwal bij Nijmegen afstroomt). Bij hoge rivierwaterstanden dient rekening gehouden te worden met stremming van de regionale afvoer en met extra rivierkwel.

Een van de regionale rivieren is de Linge. De Linge stroomt onder vrij verval uit in de Beneden-Merwede (Asselman, 2025). Bij hoge waterstanden op de Beneden-Merwede kan er niet onder vrij verval worden geloosd en wordt het Lingewater door het Kolffgemaal weggepompt. Tijdens extreme neerslag is de gemaalcapaciteit echter niet toereikend. De kans op samenvallen van hoge waterstanden in de Linge en de Merwede lijkt toe te nemen (Asselman, 2025). De oorzaak hiervan is zeespiegelstijging in combinatie met de eb- en vloedbeweging, het vaker invloed ondervinden van noordwestenwind die zorgt voor opstuwning in het Rijnmaasmondingsgebied inclusief de Beneden-Merwede, frequenter voorkomen van perioden met hevige neerslag in het stroomgebied van de Linge en een toename van de capaciteit van de poldergemalen waardoor de Linge vaker hoogwater heeft.

Hoogwater op de Rijntakken zorgt niet alleen voor beperking van de afvoer, maar ook voor een vergrote afvoer. Tijdens hoogwater op de Rijntakken moet ongeveer 20 m<sup>3</sup>/s aan kwelwater worden afgevoerd. Hiervoor is ruim 1/3<sup>e</sup> deel van de gemaalcapaciteit nodig (Asselman, 2025).

De huidige gemaalcapaciteit van het Linge gemaal is niet toereikend, daarom onderzoekt Waterschap Rivierenland of de gemaalcapaciteit moet worden uitgebreid. Wanneer poldergemalen worden vervangen wil het waterschap de capaciteit van de poldergemalen ook graag met 20 tot 30% uitbreiden, waardoor de instroom naar de Linge groter wordt en de afwatering van de Linge naar de Merwede nog belangrijker. Dit is momenteel dus een aandachtsgebied dat al aandacht krijgt.

Het waterschap Rivierenland bouwt nieuwe gemalen in de Alblasserwaard om regenwater naar de Lek en de Beneden Merwede uit te slaan en om slimmer te kunnen malen naar riviertakken (noord of zuid) en minder last van hoge rivierwaterstanden te hebben. De extra gemaalcapaciteit verhoogt de rivierwaterstanden nauwelijks.

## A.11 Brabantse Delta

Deze regio wordt gekenmerkt door een vrij afwaterend deel in het zuidoosten dat uitstroomt in een peilgereguleerd deel in het noordwesten. Beken uit Vlaanderen (Aa of Weerijs, Bovenmark) wateren uiteindelijk af in een netwerk van boezemkanalen, vaak genoemd onder de verzamelnaam Mark-Dintel-Vliet boezem (MDV-boezem). De peilbeheerde gebieden lozen via bemaling op de MDV-boezem, maar kunnen soms ook gedeeltelijk direct op het hoofdwatersysteem lozen. Vanuit het MDV boezemstelsel wordt het water via de Steenbergse Vliet en de Dintel uiteindelijk middels (spui) sluizen naar het Volkerak-Zoommeer (VZM) afgevoerd (HydroLogic, 2017). Er kan een maalstop op de MDV-boezem worden ingesteld bij extreem hoge waterstanden op de boezem, waardoor water uit de peilbeheerde gebieden tijdelijk niet kan worden afgevoerd en er wateroverlast ontstaat in de lagere delen van deze gebieden.

De afvoer van de MDV-boezem is sterk afhankelijk van het peil op het VZM. Bij hoogwater op het VZM door opwaaiing, of beperkte spui mogelijkheden op de Westerschelde en/of Oosterschelde, kunnen waterstanden in de Mark-Dintel-Vliet boezem tot in Breda toenemen (Slager et al., 2023) en wordt de afvoer gestremd, ook van de Brabantse beken. Ook in het geval van de hoogwatermaatregel, inzet VZM als waterbergingsgebied vanuit de grote rivieren, zal het waterschap niet af kunnen voeren. De kans dat deze maatregel ingezet wordt, is echter heel klein (<1:1000 per 1000 jaar).

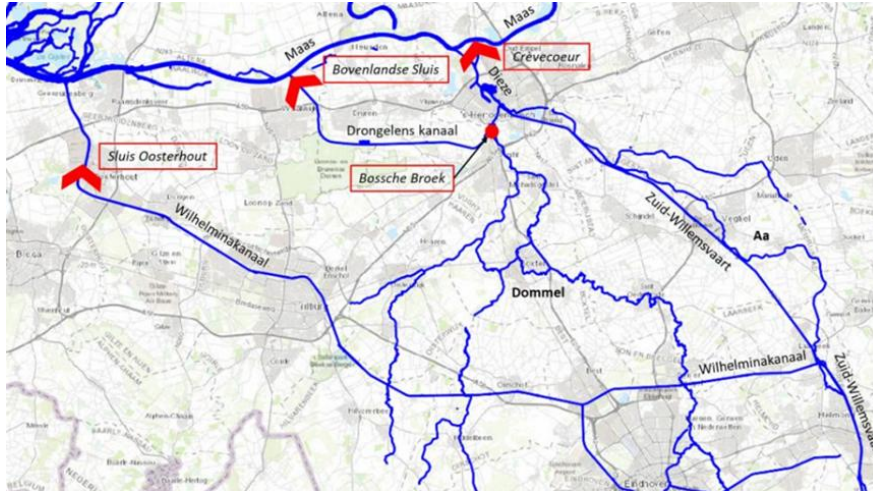
Wateroverlast treedt op als er gelijktijdig veel neerslag in het stroomgebied valt en sprake is van hoge waterstanden op het hoofdwatersysteem, met name het VZM. Dit kan dit leiden tot maalstops en extra wateroverlast in de peilbeheerde gebieden en bij Roosendaal en Breda.

## A.12 Noord-Brabant Oost

Deze regio wordt gekenmerkt door vrije afwatering via de Dommel, de Aa en een het kanalenstelsel (Midden-Limburgse en Noord-Brabantse kanalen) (zie figuur A-10).

Bij hoge afvoeren in de Dommel voert het Wilhelminakanaal een deel van het water af. Dit kan tot maximaal 25 m<sup>3</sup>/s (Rijkswaterstaat WMCN, 2023). Wanneer de Dommel niet de maximale 25 m<sup>3</sup>/s gebruikt, dan kan er ook water van de Aa via het Wilhelminakanaal worden afgevoerd. Het resterende deel van de Dommel en de Aa komt bij Den Bosch samen in de Dieze, die via spuisluis Crèvecoeur uitmondt in de Maas. Bij een Maaswaterstand van NAP 4,85 m wordt de afvoer bij de spuisluis Crèvecoeur gestremd. Het water wordt dan afgevoerd via het Drongelens kanaal naar de Bovenlandse Sluis. Omdat de Maaswaterstand daar bij hoogwater tot wel 1,6 m lager is, kan hier langer worden gespuid.

Tijdens het hoogwater in 1995 leidde het samenvallen van het hoogwater op de Dommel en de Maas tot overstroming van onder meer de A2 bij Den Bosch. Nadien zijn bij Den Bosch grote bergingsgebieden aangelegd (voor het tijdelijk opslaan van ongeveer 14 miljoen kubieke meter water). Onder extreme omstandigheden (T150 of extremer), kunnen gebieden in de omgeving van Den Bosch echter nog steeds onder water lopen. En naar de toekomst toe zal deze kans verder toenemen. Binnen het HOWABO<sup>6</sup> project wordt nagedacht over verschillende oplossingsrichtingen zoals een extra bergingsgebieden en een gemaal. (website Aa en Maas, oktober 2025).



Figuur A-10 Kaart met de belangrijkste waterlopen rond Den Bosch waarlangs water van de Dommel en de Aa kan worden afgevoerd naar de Maas. ^ = sluis, • = meetpunt (bron: Botterhuis et al., 2021)

## A.13 Limburg

Deze regio wordt gekenmerkt door de vele zijrivieren en beken die onder vrij verval op de Maas afvoeren, dit zijn onder andere de Geul, Geleenbeek, Roer en Niers. In Asselman (2025) wordt ingegaan op de interactie tussen het hoofd- en regionaal watersysteem:

- Het water uit de Geul stroomt via een sifon onder het Julianakanaal naar de Maas. De maximale capaciteit van de sifon onder het Julianakanaal is ongeveer 85 m<sup>3</sup>/s. Wanneer de waterstand op de Maas hoger is dan NAP +43 m (Maasafvoer ongeveer 2400 m<sup>3</sup>/s) neemt de afvoercapaciteit af. Bij een waterstand van NAP +44 m (Maasafvoer ongeveer 3200 m<sup>3</sup>/s) bedraagt de afvoercapaciteit nog maar 55 m<sup>3</sup>/s, een afname van ruim 30%. Deze Maasafvoer komt niet vaak voor (minder dan eens per 10 jaar). Ook zonder hoogwater op de Maas kan de beperkte afvoercapaciteit van de sifon bij zeer hoge Geulafvoeren (meer dan 85 m<sup>3</sup>/s) tot overstromingen leiden, maar door hoogwater op de Maas neemt de omvang en de waterdiepte in de door de Geul overstroomde gebieden toe. Vanwege de beperkte afvoercapaciteit van de sifon is het effect van de Geul op de Maas beperkt (lokale waterstandsverhoging tijdens het hoogwater van juli 2021 bedroeg maximaal ongeveer 5 cm).

<sup>6</sup> Hoogwater Aanpak Brabant Oost. Dit samenwerkingsproject wordt uitgevoerd door de waterschappen Aa en Maas en De Dommel, de gemeenten 's-Hertogenbosch, Vught, Boxtel, Heusden en Sint-Michielsgestel, de provincie Noord-Brabant en Rijkswaterstaat.

- Ongeveer 4 km ten noorden van Roosteren stroomt het water uit de Geleenbeek via een sifon onder het Julianakanaal door naar de Oude Maas (een zijtak van de Maas die zich enkele kilometers benedenstrooms weer bij de Maas voegt). Het is niet precies bekend hoe de afvoercapaciteit van de sifon afneemt als gevolg van hoogwaterstanden op de Maas, maar wel dat het effect groot is. De aanleg van een duiker naast de bestaande sifon, is als verbijzondering opgenomen in het Tracébesluit van de verbreding A2 tussen 't Vonderen en Kerensheide (uitvoering medio 2025). Met deze duiker wordt ervoor gezorgd dat de afvoercapaciteit voldoende is om bij een T100 situatie het water uit de Geleenbeek af te voeren naar de Maas, zonder dat grootschalige dijkverhoging nodig is aan de oostkant van het Julianakanaal. Het effect van de Geleenbeek op de piekwaterstanden op de Maas is beperkt tot maximaal enkele cm.
- Het water van de Roer stroomt bij Roermond in de Maas. De hoogwaterstanden in de Roerdelta worden vrijwel volledig bepaald door de waterstanden op de Maas. Er is sprake van forse opstuwing. Bij hoge Maaswaterstanden kunnen waterstanden in de Roerdelta daardoor meerdere meters hoger uitvallen. Afhankelijk van de omvang van de neerslaggebeurtenis kan de Roerafvoer meer dan 100 m<sup>3</sup>/s of zelfs meer dan 200 m<sup>3</sup>/s bedragen. Dit kan op Maas bij Roermond tot enkele dm hogere waterstanden leiden.
- Het water van de Niers stroomt ten zuiden van Milsbeek (rkm 157,3) in de Maas. Het is een open verbinding. Om overstromingen langs de Niers te voorkomen zijn laag gelegen bebouwde gebieden bedijkt. De hoogwaterstanden langs de Niers in Nederland worden volledig bepaald door de hoogwaterstanden op de Maas. Bij hoge Maaswaterstanden kunnen waterstanden op de Niers daardoor meerdere meters hoger uitvallen. Dit opstuwende effect is ook merkbaar in Duitsland. Piekafoeren tussen de 20 en 30 m<sup>3</sup>/s komen op de Niers frequent voor. Onder zeer extreme omstandigheden zou de Niersafvoer toe kunnen nemen tot ongeveer 60 m<sup>3</sup>/s. Dit zou tot maximaal 8 cm hogere waterstanden leiden op de Maas. Omgekeerd kunnen de waterstanden op de Niers met meerdere meters toenemen als gevolg van hoogwater op de Maas.

#### **Aandachtsgebied: Geulmonding, Roermond en monding Geleenbeek**

De afvoer van de Geul wordt belemmerd bij hoogwater op de Maas. Ook in juli 2021 zorgden de hoge afvoer op de Geul en de opstuwing van de waterstanden vanaf de Maas voor hoge waterstanden in het mondingsgebied van de Geul. Dit leidde tot grootschalige overstromingen ten oosten van het Julianakanaal. Er wordt nagedacht over oplossingen zoals het vergroten van het sifon of het Julianakanaal te gebruiken als afvoerroute. Tot op heden heeft het Julianakanaal alleen een scheepvaartfunctie

Net als bij de Geul wordt ook de afvoer van de Geleenbeek belemmerd wanneer de Maas hoogwater voert. Om de afvoercapaciteit te vergroten, is in het Tracébesluit voor de verbreding van de A2 tussen 't Vonderen en Kerensheide de aanleg van een ecoduiker naast de bestaande sifon als bijzondere maatregel opgenomen. Met deze extra duiker onder het Julianakanaal door wordt ervoor gezorgd dat de afvoercapaciteit voldoende is om bij een T100 Maasafvoer (zichtjaar 2075) het water uit de Geleenbeek af te voeren naar de Maas, zonder dat grootschalige dijkverhoging nodig is aan de oostkant van het Julianakanaal (Asselman, 2025) .

## B Terugmelding van de discussiebijeenkomst met DGWB en WV

In de bijeenkomst op 4 december is van gedachten gewisseld over beleid m.b.t. interacties en wateroverlast. Er is gereflecteerd op het beeld van en de aandachtsgebieden en gesproken over wanneer een gebied of locatie aandacht zou verdienen of zelfs een knelpunt is. Ook is gesproken over kennisleemtes en vervolgvragen en hoe het beantwoorden van die vragen beleidsontwikkeling bij DGWB, Waterschappen en anderen mogelijk verder kan ondersteunen.

In de reflectie werd benoemd dat het gepresenteerde beeld herkend werd. Veel locaties zijn bekend, maar juist het geven van een landelijk beeld was nog niet gedaan en werd als meerwaarde van de verkenning benoemd.

Bij aandachtsgebieden gaat het om gebieden die aandacht vragen omdat er ten gevolge van hoogwater in het hoofdwatersysteem wateroverlast kan ontstaan vanuit het regionale systeem nu of in de toekomst, of omdat het nog onduidelijk is of dat het geval is. De intentie is in deze studie niet om gebieden te vinden die specifiek voor DGWB een aandachtsgebied zouden moeten zijn of waar specifiek een rol of actie nodig is vanuit DGWB. Deltares kijkt in deze inhoudelijke verkenning naar het gedrag van het bodem-watersysteem en bestaand beleid en niet naar financiering, verantwoordelijkheid en rollen van verschillende organisaties.

De discussie over verantwoordelijkheden en financiering is in dit stadium van de verkenning niet aan de orde. Als de aandachtsgebieden en knelpunten goed in beeld zijn, en ook duidelijk is wat er al gebeurt of wat er mogelijk is om deze op te lossen, dan kan DGWB beter bepalen of er een aanvullend proces nodig is om de relatie tussen lopende beleidstrajecten en de kennis met betrekking tot interactie tussen het hoofd- en regionaal watersysteem mee te nemen of uit te breiden.

Op dit moment zijn er afspraken voor peilgerelateerde wateren zoals waterakkoorden en zijn gemalen die afvoeren op de grote rivieren verplicht daarvoor een vergunning te hebben. Of deze waterakkoorden en vergunningen nog passend zijn voor toekomstige situaties is nog niet duidelijk. En ook niet wat eventueel de beste oplossingsrichting is. Zo kan bij een toename van de frequentie van of de schade door wateroverlast het watersysteem en/of de kwetsbaarheid van het gebied dat overlast ondervindt aangepast worden en beide kan bij de locatie zelf, of in de regio of in het hoofdwatersysteem. Het aanpassen van een watersysteem op lokaal niveau leidt soms tot een grotere opgave op het regionale systeem.

Er zijn diverse mogelijke vervolgvragen en onderwerpen voor vervolg benoemd, zoals.

- Nagaan bij de Waterschappen hoe zij met toekomstige veranderingen in het hoofdwatersysteem rekening houden
- en of toekomstverkenningen uitgevoerd worden voor de regionale watersystemen en hoe het hoofdwatersysteem of buitenwater daarin is beschouwd.
- Of er informatiebehoefte is voor toekomstverkenningen zoals bijvoorbeeld werklijnen of afvoergolfvormen voor de rivieren bij verschillende herhalingstijden (met name tussen eens per jaar en eens per 100 jaar) voor nu en in de toekomst. Deze kunnen mogelijk als randvoorwaarde gebruikt worden in de analyses van de waterschappen.
- Het meer in detail kijken naar een van de aandachtsgebieden nu en in de toekomst

- Het uitwerken van de link tussen de interactie en de normen voor wateroverlast (deze worden “meer risicogericht”), de houdbaarheid van de waterakkoorden en beleid gericht op het principe “bodem-water-sturend”.
- Het nadenken over de vraag hoe afwegingen tussen schaalniveaus vorm kan krijgen: e.g. wat kan op polderniveau of lokaal opgepakt worden (ruimtelijk beleid, of berging), wat in het regionale watersysteem (wateroverlastnormen/waterakkoorden?) en wat in het hoofdwatersysteem (extra afvoercapaciteit)? Hoe wordt het meegenomen bij verkenningen voor de lange termijn (e.g. open/gesloten HIJK?, voorkomen van spijt)?
- Het nadenken over hoe de interactie tussen de verschillende watersystemen relateert aan lopende onderzoeken, stresstesten, en andere trajecten. Wordt het daar al geadresseerd en/of is meer input nodig? Denk hierbij aan bijvoorbeeld de stresstesten in DPRA en de bovenregionale stresstesten, het invullen van het principe “Bodem en water sturend”, normering wateroverlast, ruimtelijk beleid. Is de huidige kennis voldoende om de interactie mee te nemen waar nodig of is meer informatie nodig?

Ook zijn enkele vervolgvragen benoemd die meer passen bij organisaties als DGWB , zoals: Wat zou de rol kunnen zijn van verschillende organisaties die een rol spelen bij het reduceren van de impacts van wateroverlast? (DGWB, RWS, Waterschappen, provincies, gemeenten, vitale aanbieders ...?), Wat is de ambitie van het team wateroverlast hierbij?

Deltares is een onafhankelijk kennisinstituut voor toegepast onderzoek op het gebied van water en ondergrond. Wereldwijd werken we aan slimme oplossingen voor mens, milieu en maatschappij.

**Deltares**

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