



Werkboek

Hoogwateraanpak
Brabant-Oost

Oplossingsrichtingen

13 september 2023

13 september 2023

Werkboek

Hoogwateraanpak

Brabant-Oost

Oplossingsrichtingen

Inhoud

Introductie	6
Oplossingsrichtingen	12
(Bovenstrooms) Vasthouden	14
1. (Bovenstrooms) Vasthouden	16
Hoger Peil	18
2. Verhoging maatgevende waterstand Vugterstuw tot 5,20+NAP	20
Bergen	22
3. Dungense Polder	24
4. Bossche Broek	26
5. Bokhovense Overlaat	29
6. Baardwijkse Overlaat	32
7. Extra inlaat Engelermeer aanleggen	35
Afvoeren	36
8. Realisatie gemaal Crèvecoeur	38
9. Peilregulatie tussen Dommel en Aa	40
10. Vergroten Drongelens Kanaal	42
11. Extra afvoer via Wilhelminakanaal	44
Conclusie: Potentiële bijdrage en ontwikkeltijd van oplossingsrichtingen	46
Bijlagen	51
1. De opgave verdiept	49
2. Proces van 50 bouwstenen naar 11 oplossingsrichtingen	55
3. Bodem en water sturend voor andere (ruimtelijke) ontwikkelingen	56
Colofon	66
Bronnen	69

Introductie

In 's-Hertogenbosch komen de beken en kanalen uit de stroomgebieden van de Dommel en de Aa samen. Bij de spuisluis Crèvecoeur en de Bovenlandse sluis wordt het water op de Maas geloosd. Onder normale omstandigheden kan dit zonder problemen verlopen. Ook bij hevige neerslag kan op de Maas gespuid worden.

Maar het klimaat verandert. Dat leidt tot veranderingen in het Maasstroomgebied en op de afvoerdynamiek van Maas, Dommel en Aa. Wanneer een zeer hevige regenval samenvalt met een hoge waterstand op de Maas kan er niet of niet voldoende gespuid worden. In dat scenario loopt de waterstand bij 's-Hertogenbosch verder op dan gewenst. Benedenstroomse gemeenten (Heusden, Vught en Den Bosch) hebben in HoWaBo 1 al een groot deel van de stroomgebiedsopgave opgelost (14 miljoen kuub). De opgave blijkt nu nóg groter, namelijk 36 miljoen kuub. En kan in de toekomst mogelijk nóg groter worden. Dit is een opgave voor het gehele stroomgebied van de Esschestroom, Dommel en Aa.

Oplossingen moeten gezocht worden in (Bovenstrooms) Vasthouden, waarin we zorgen dat er geen (of niet meer) water wordt afgevoerd dan het gehele systeem aankan. Iedereen (ook de meest bovenstrooms gelegen delen) nemen een deel van de opgave voor haar rekening. Dit draagt ook bij aan het tegengaan van verdroging en aan vermindering van piekafvoer. Maar ook het aanpassen aan een Hoger Peil, het aanleggen van gestuurde bergingen of het vergroten van de afvoermogelijkheden vormen oplossingsrichtingen.

Aanpak hoogwater Brabant-Oost

Waterschappen Aa en Maas en De Dommel zijn samen met de overheidspartners uit het gebied (gemeenten Sint-Michielsgestel, Boxtel, Heusden, 's-Hertogenbosch, Vught, de Provincie Noord-Brabant en Rijkswaterstaat) aan de slag om dit hoogwatervraagstuk verder te verkennen. Met welke maatregelen kunnen we structureel werken aan een duurzame waterhuishouding voor een leefbaar gebied nu en in de toekomst? Maar ook: Wat moet er gebeuren indien de hoogwatersituatie zich op korte termijn voordoet? Welke noodmaatregelen kunnen ingezet worden om de gevolgen zoveel mogelijk te beperken? Binnen deze zoektocht wordt gekeken naar het gehele watersysteem, dus zowel het regionale watersysteem als het Maassysteem.

Dit proces heeft eind 2021 geleid tot een maatregelenlijst van ongeveer 50 'bouwstenen', samengevat in een Bouwstenenboek. In 2022 heeft een proces plaatsgevonden om deze bouwstenen te verdiepen, wat geresulteerd heeft in 11 oplossingsrichtingen die in dit werkboek zijn samengebracht. We realiseren deze 11 oplossingsrichtingen om het risico op wateroverlast in een extreme situatie te beperken. De vervolgstap vormt het verder uitdiepen van deze oplossingen en daarmee ook beheer en sturing van het systeem in acht te nemen.

Doel en opzet werkboek

Doel van dit werkboek is het geven van een overzicht over de laatste stand van zaken met betrekking tot de elf oplossingsrichtingen. Dit werkboek kan in de toekomst aangevuld en geüpdatet worden met de nieuwste inzichten.

Hieronder wordt de adaptieve strategie geïntroduceerd inclusief de 11 oplossingsrichtingen. Deze worden in het deel daarna per oplossingsrichting uitvoerig gepresenteerd. Het werkboek wordt afgesloten met een conclusie hoofdstuk over de potentiële bijdrage en ontwikkeltijd van de oplossingsrichtingen.

In de bijlagen bij dit werkboek is meer informatie te vinden over:

- De opgave
- Proces van afweging naar 11 oplossingsrichtingen
- Bodem en water sturend voor andere (ruimtelijke) ontwikkelingen

De adaptieve strategie in vier componenten

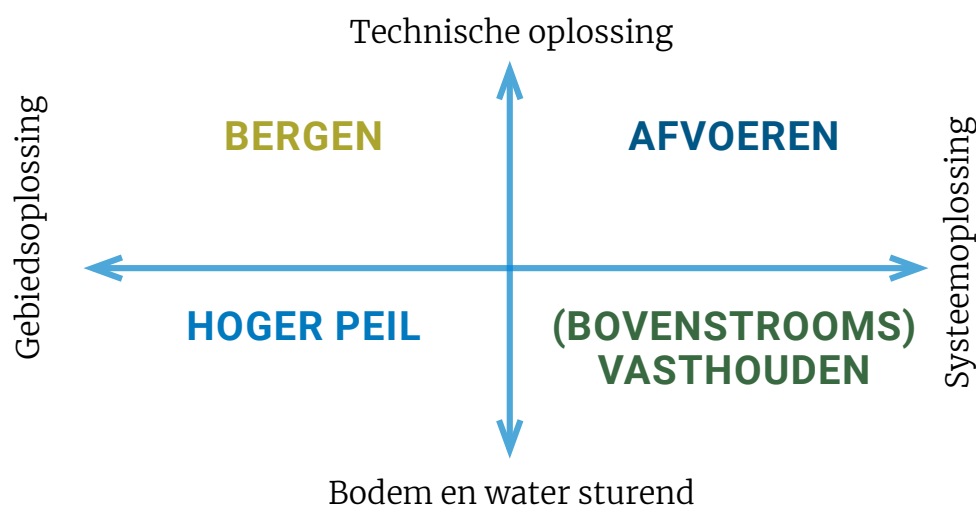
Met de adaptieve strategie wordt gewerkt aan een robuuste oplossing. Hierin wordt niet alleen naar de huidige opgave gekeken, maar ook naar de toekomstige. De adaptieve strategie dient als kapstok voor alle mogelijke oplossingsrichtingen. Deze strategie is opgesteld in samenwerking met het programma Integraal Rivier Management (IRM).

1. (Bovenstrooms) Vasthouden. Om afstroming te voorkomen moet het watersysteem bovenstrooms van 's-Hertogenbosch anders ingericht worden. Deze oplossingsrichtingen zijn erop gericht om water zo veel mogelijk in het gebied vast te houden op de plekken waar het valt en daarna zoveel mogelijk te laten infiltreren.

2. Hoger Peil. Door het 'te accepteren' peil (tijdelijk in calamiteitsituaties) te verhogen kan plaatselijk, met name in natuurlijke laagtes, een extra waterschijf worden geborgen: 'verticale berging'. Het gebied moet hiervoor geschikt gemaakt worden. Een hoger peil heeft invloed op alle water gerelateerde infrastructuur: keringen- en kadehoogtes, stuwen en afsluiters, beekdalen, dorpen bovenstrooms langs de Dommel en Aa en de stad Den Bosch. Naast berging heeft een hoger peil als effect dat er langer meer afgevoerd kan worden via het Drongelens Kanaal.

3. Bergen. Een gestuurde berging is een waterbergingsgebied dat in extreme situaties doelbewust onder water wordt gezet. Het gebied is ervoor ingericht en wordt actief onder water gezet, bijvoorbeeld via een inlaat in een kade. Zo kan wateroverlast benedenstrooms worden voorkomen.

4. Afvoeren. Door de afvoercapaciteit van waterwegen te vergroten en/of gemalen te plaatsen kan in tijden van extreme afvoer het water beter worden afgevoerd naar de Maas.



De elf oplossingsrichtingen

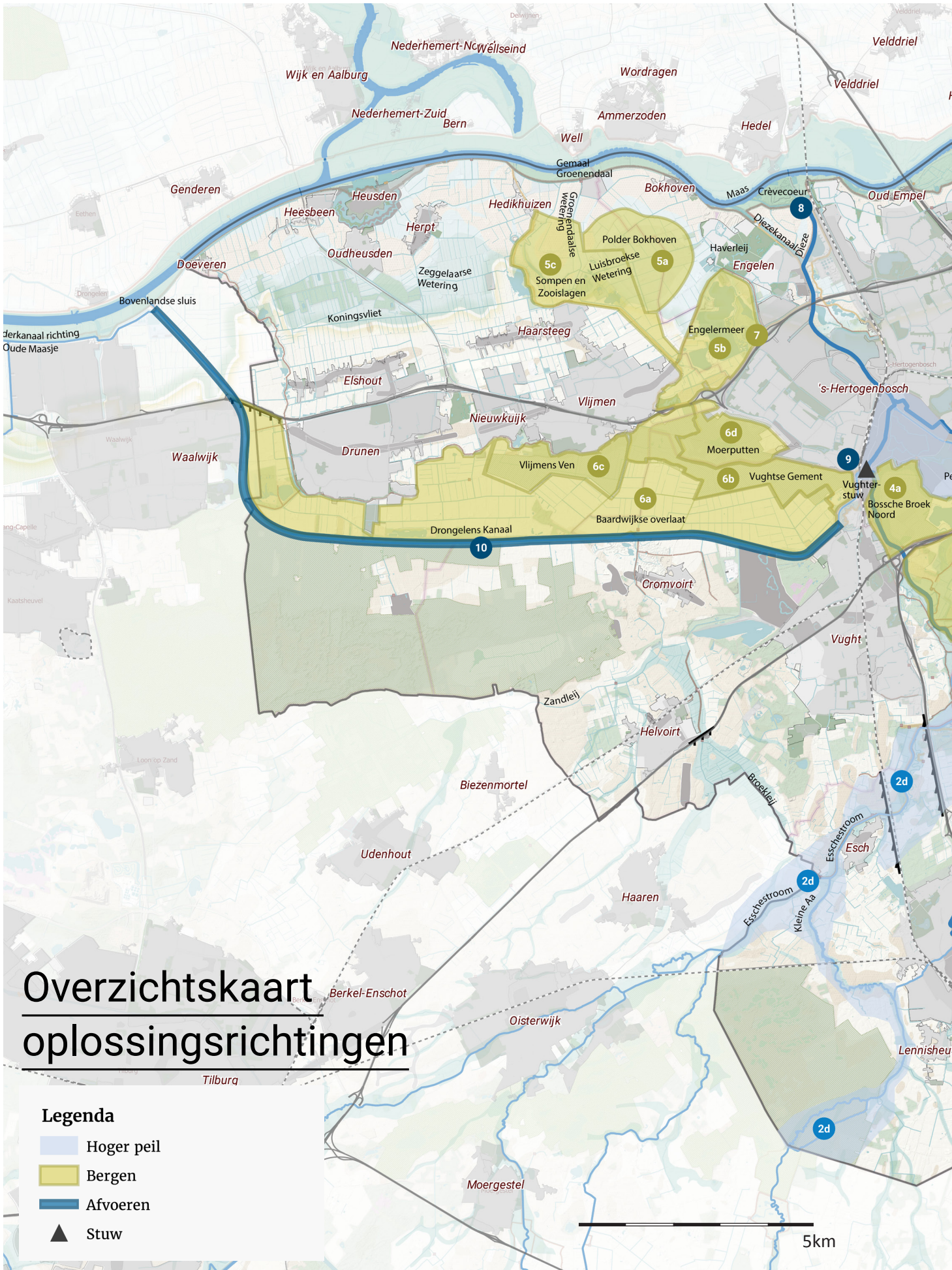
De 50 mogelijke bouwstenen uit het eerste Bouwstenenboek zijn nader onderzocht om te bepalen welke bijdrage (in miljoen m³) deze opleveren voor de regio 's-Hertogenbosch. Aansluitend zijn deze bouwstenen in een zorgvuldig proces getrechterd, samengevoegd en onderzocht op effect en kosteneffectiviteit. Tot slot zijn via de IRM-pilot 8 bouwstenen voor de Maas onderzocht. Echter bleek dat deze maatregelen in de huidige situatie een beperkt effect hebben op de waterstand bij Crèvecoeur en daarmee de opgave.

Dit hele proces heeft geresulteerd in 11 oplossingsrichtingen met mogelijke maatregelen en locaties. Structurele oplossingen raken het hele stroomgebied van de Dommel en Aa, vanwege afwenteling/klimaatsverandering worden met name benedenstrooms gelegen gemeenten met de wateropgave geconfronteerd. Daarom richten veel van deze oplossingsrichtingen zich op grondgebied van de benedenstrooms gelegen gemeenten. In verband met het kanalenstelsel en afwenteling naar de Maas is ook Rijkswaterstaat aangehaakt.

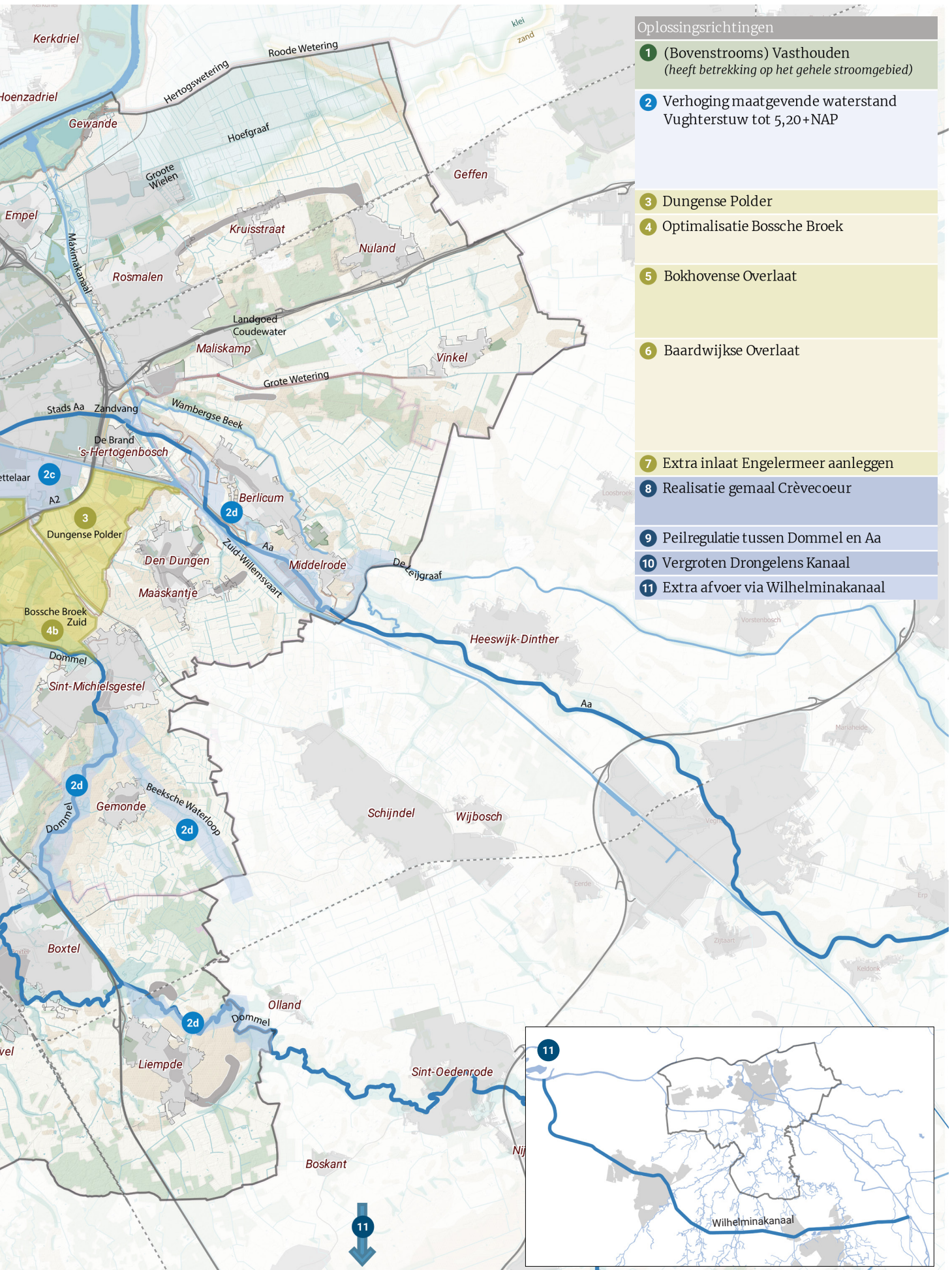
De oplossingsrichtingen zijn onder één van de componenten van de Adaptieve Strategie gerubriceerd. Sommige oplossingsrichtingen dragen uiteraard bij aan meerdere componenten van de adaptieve strategie.

Adaptieve strategie	Oplossingsrichtingen	Mogelijke maatregelen en locaties
(Bovenstrooms) Vasthouden	1 (Bovenstrooms) Vasthouden	1a. Kleinschalige maatregelen
		1b. Stroomgebiedsmaatregelen
Hoger peil	2 Verhoging maatgevende waterstand Vughterstuw tot 5,20+NAP	2a. Consequenties kunstwerken
		2b. Consequenties regionale keringen
		2c. Consequenties stad Den Bosch
		2d. Consequenties beekdalen
Bergen	3 Dungense Polder	3a. Dungense Polder
	4 Optimalisatie Bossche Broek	4a. Bossche Broek Noord
		4b. Bossche Broek Zuid
	5 Bokhovense Overlaat	5a. Bokhovense Polder
		5b. Optimalisatie Engelermeer
		5c. Somp en Zooislagen
	6 Baardwijkse Overlaat	6a. Baardwijkse overlaat met inlaat Vughtse Gement
6b. Optimalisatie Vughtse Gement		
6c. Vlijmens Ven		
6d. Moerputten		
7 Extra inlaat Engelermeer aanleggen	7a. Engelermeer	
Afvoeren	8 Realisatie gemaal Crèvecoeur	8a. Crèvecoeur 50 m ³ /s
		8b. Crèvecoeur 75 m ³ /s
	9 Peilregulatie tussen Dommel en Aa	9a. Dommel en Aa
	10 Vergroten Drongelens Kanaal	10a. Drongelens Kanaal
	11 Extra afvoer via Wilhelminakanaal	11a. Wilhelminakanaal

2 Overzicht van de 11 oplossingsrichting met onderliggende potentiële maatregelen en locaties. De kleuren in de tabel komen overeen met het kaartbeeld op de volgende pagina.



3 Weergave van de oplossingsrichtingen op kaart. Ook de mogelijke locaties waar de oplossingsrichting in uitwerkt zijn weergegeven. De nummers verwijzen naar de tabel op de vorige pagina. Oplossingsrichting bovenstrooms vasthouden heeft betrekking op het gehele stroomgebied.



Adaptieve strategie met elf oplossingsrichtingen

Dit deel beschrijft de elf oplossingsrichtingen met mogelijke maatregelen en/of locaties. De oplossingsrichtingen zijn onderverdeeld in de vier componenten van de Adaptieve Strategie met corresponderende kleuren.

Elke oplossingsrichting is op gelijke wijze beschreven:

- Titel met korte samenvatting van de impact, kosten en de realisatietermijn.
- Kaart met locatieaanduiding van de oplossingsrichting.
- Beschrijving van de werking van het watersysteem.
- Bijdrage van de oplossingsrichting aan de wateropgave.
- Mogelijke maatregelen en locaties.
- Relatie tussen oplossingsrichtingen.
- Kansen voor meervoudig ruimtegebruik.
- Aandachtspunten bij ontwerp en afweging.
- Uitsnede kaartbeeld ruimtelijke ontwikkelingen.

(Bovenstrooms) Vasthouden

Om afstroming te voorkomen moet het watersysteem bovenstrooms van 's-Hertogenbosch anders ingericht worden. Deze oplossingsrichtingen zijn erop gericht om water zo veel mogelijk in het gebied vast te houden op de plekken waar het valt en daarna zoveel mogelijk te laten infiltreren.

Hoger Peil

Door het 'te accepteren' peil (tijdelijk in calamiteitensituaties) te verhogen kan plaatselijk, met name in natuurlijke laagtes, een extra waterschijf worden geborgen: 'verticale berging'. Het gebied moet hiervoor geschikt gemaakt worden. Een hoger peil heeft invloed op alle water gerelateerde infrastructuur: keringen- en kadehoogtes, stuwen en afsluiters, beekdalen, dorpen bovenstrooms langs de Dommel en Aa en de stad Den Bosch. Naast berging heeft een hoger peil als effect dat er langer meer afgevoerd kan worden via het Drongelens Kanaal.

Bergen

Een gestuurde berging is een waterbergingsgebied dat in extreme situaties doelbewust onder water wordt gezet. Het gebied is ervoor ingericht en wordt actief onder water gezet, bijvoorbeeld via een inlaat in een kade. Zo kan wateroverlast benedenstrooms worden voorkomen.

Afvoeren

Door de afvoercapaciteit van waterwegen te vergroten en/of gemalen te plaatsen kan in tijden van extreme afvoer het water beter worden afgevoerd naar de Maas.

(Bovenstrooms) Vasthouden

(Bovenstrooms) vasthouden kan via verschillende maatregelen en op verschillende locaties uitgewerkt worden. Met deze oplossing wordt zoveel mogelijk water vastgehouden en kan in de bodem infiltreren waardoor dit niet afstroomt en in het watersysteem terecht komt. Zo wordt de druk op het gehele systeem verlaagd maar wordt ook voorkomen dat de gehele opgave bij de benedenstroomse gemeentes terecht komt.

(Bovenstrooms) Vasthouden

1. (Bovenstrooms) Vasthouden



Impact

10%* van de opgave

* blijkt uit een eerste grove berekening



Stichtingskosten

Onbekend



Levensduurkosten/jaar

Onbekend



Kosten per miljoen m³

Onbekend



Realisatie-termijn

30 jaar



Werking systeem

De HoWaBo-opgave ontstaat door hevige regenval in de stroomgebieden van de Dommel en de Aa, waardoor een grote hoeveelheid water wordt aangevoerd naar Den Bosch, in combinatie met een hoge waterstand van de Maas die de afvoer belemmert. Het teveel aan water is te vertalen in een aanvoer-, afvoer- en/of bergingsopgave voor de HoWaBo-regio. Dit is een complexe puzzel. Wanneer we uitzoomen valt op dat de overlast voor een relatief klein gebied afkomstig is uit een groot achterliggend stroomgebied. Water vanuit het hoger gelegen Brabant, België en Limburg stroomt naar Den Bosch via de Aa en de Dommel. Het is een hellend gebied met meer dan 40 meter hoogteverschil.

Het huidige systeem is ingericht op de afvoer van water. Daarbij is er in het systeem een onderscheid te maken tussen stedelijke, agrarische en natuurgebieden. In stedelijk gebied stroomt veel water af op de

riolering. In natuurgebieden kan veel water infiltreren op de plek waar het valt. In agrarisch gebied infiltreert veel water, maar stroomt het ook af door drainage en sloten. Deze stroomgebiedskarakteristiek is deels natuurlijk, maar voor een groot deel ook door de mens gerealiseerd. De laatste jaren zijn er al stappen genomen om de afstroming weer te vertragen. Beekherstelprojecten en de watertransitie gaan steeds meer zorgen voor een bufferend watersysteem.

Potentiële bijdrage wateropgave

Bovenstrooms vasthouden kan een bijdrage leveren aan de opgave, maar het is geen totaaloplossing. De kern van bovenstrooms vasthouden is water de mogelijkheid geven om te kunnen infiltreren en bergen/vasthouden. Dit is in de HoWaBo-wintersituatie lastig, omdat de bodem al verzadigd is met water: er past nauwelijks meer iets bij. De grondwaterstanden zijn heel hoog en er staan overall plassen op maaiveld. De potentiële bijdrage is dan ook zeer beperkt in de

winter. In de situatie van een 'gewone' regenbui en de HoWaBo-zomersituatie is het wel zinvol. Hierbij moet rekening worden gehouden met het feit dat vasthouden pas zinvol is als het door het hele gebied wordt geïmplementeerd en dat het lang kan duren voordat het hele stroomgebied daarop opnieuw is ingericht. Vanuit de droogteproblematiek wordt hier op verschillende tafels aandacht aan gegeven. Mogelijk kan de HoWaBo problematiek de urgentie van bovenstrooms vasthouden verder vergroten, zodat het watersysteem hierop wordt aangepast. Een belangrijke stap in de watertransitie die ook invulling geeft aan 'water en bodem sturend'.

Op basis van grove indicatieve berekeningen verwachten we dat deze maatregel 10% van de opgave kan oplossen. Dit kan alleen als de maatregel overal wordt doorgevoerd. Dat vraagt een enorme gebiedstransitie.

Mogelijke maatregelen en locaties

De oplossingsrichting kan op twee niveaus worden uitgewerkt.

1.a Kleinschalige maatregelen

- Verbetering sponswerking op perceelsniveau door het hele gebied.
- Vasthouden van water door middel van stuwen door het hele gebied.
- Vasthouden van water en vertraagd afvoeren door middel van boven- of ondergrondse bergingsvoorzieningen (wadi's, infiltratiekratten, vijvers, groenstroken, ontharden stedelijk gebied) door het hele gebied.
- Relatie met het maken van meer risico bewuste keuzes bij infra- en gebiedsontwikkeling door bijv. behouden en/of uitbreiden reserveringsgebieden.

1.b Stroomgebiedsmaatregelen (op hoge gronden), bijvoorbeeld:

- In natuurgebieden, zoals de Drunense Duinen en Kampina.
- In stedelijk gebied, zoals Den Dungen, Vught, Helmond en Eindhoven.

- In deelstroomgebieden, zoals de Essche Stroom.
- Verder bovenstrooms in Dommel en Aa-gebied: elke druppel die valt houden we vast, watertransitie.

Relatie tussen oplossingsrichtingen

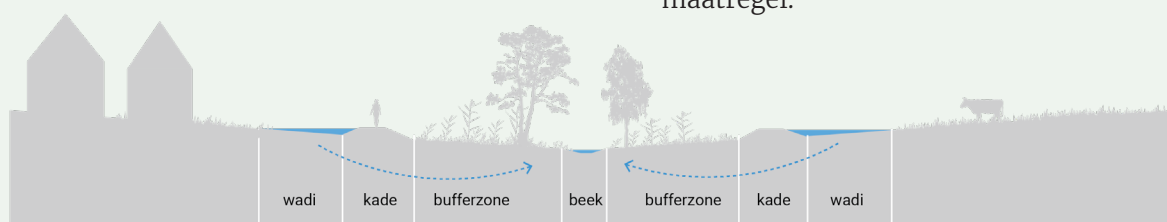
- Verkleining van de HoWaBo-opgave, dus relatie met alle andere oplossingsrichtingen.

Kansen meervoudig ruimtegebruik

- Integrale verduurzaming inrichting landelijk en stedelijk gebied
- Binnenstedelijke ontwikkelingen
- Klimaatadaptatie/vergroening
- Waterkwaliteit/KRW-maatregelen
- Vasthouden van water tegen droogte
- BPLG-proces

Aandachtspunten

- Bovenstrooms vasthouden sluit aan op doelen zoals geformuleerd vanuit het DPRA, DHZ, NPLG, NOVI en Bodem en Water Sturend. Verdere uitwerking van bovenstrooms vasthouden gebeurt bij voorkeur in samenhang met die beleidslijnen.
- Water vasthouden heeft een gevolg voor de dynamiek van afvoergolven. Dat heeft een relatie met de samenkomst van de Maasgolf. Dit dient onderzocht te worden.
- Belangrijke vervolgvragen betreffen:
 - Hoe kunnen we de lange realisatietermijn van het opnieuw inrichten van het stroomgebied koppelen aan HoWaBo-opgave en proces?
 - Wat betekent bovenstrooms vasthouden in de praktijk voor inrichting en landgebruik?
 - Hoe kan vasthouden van water voor tegen gaan verdroging (seizoensdynamiek) verenigd worden met vasthouden van water bij neerslagpieken?
- In klassieke HoWaBo-wintersituatie is bovenstrooms vasthouden niet mogelijk vanwege een al verzadigde bodem.
- Tot slot: grootschalig vasthouden van water is een 'zaak van de lange adem' en geen eenvoudige maatregel.



5 Schematische doorsnede van een wadi-systeem langs de beekdalen als mogelijkheid om water vast te houden en te laten infiltreren

Hoger Peil

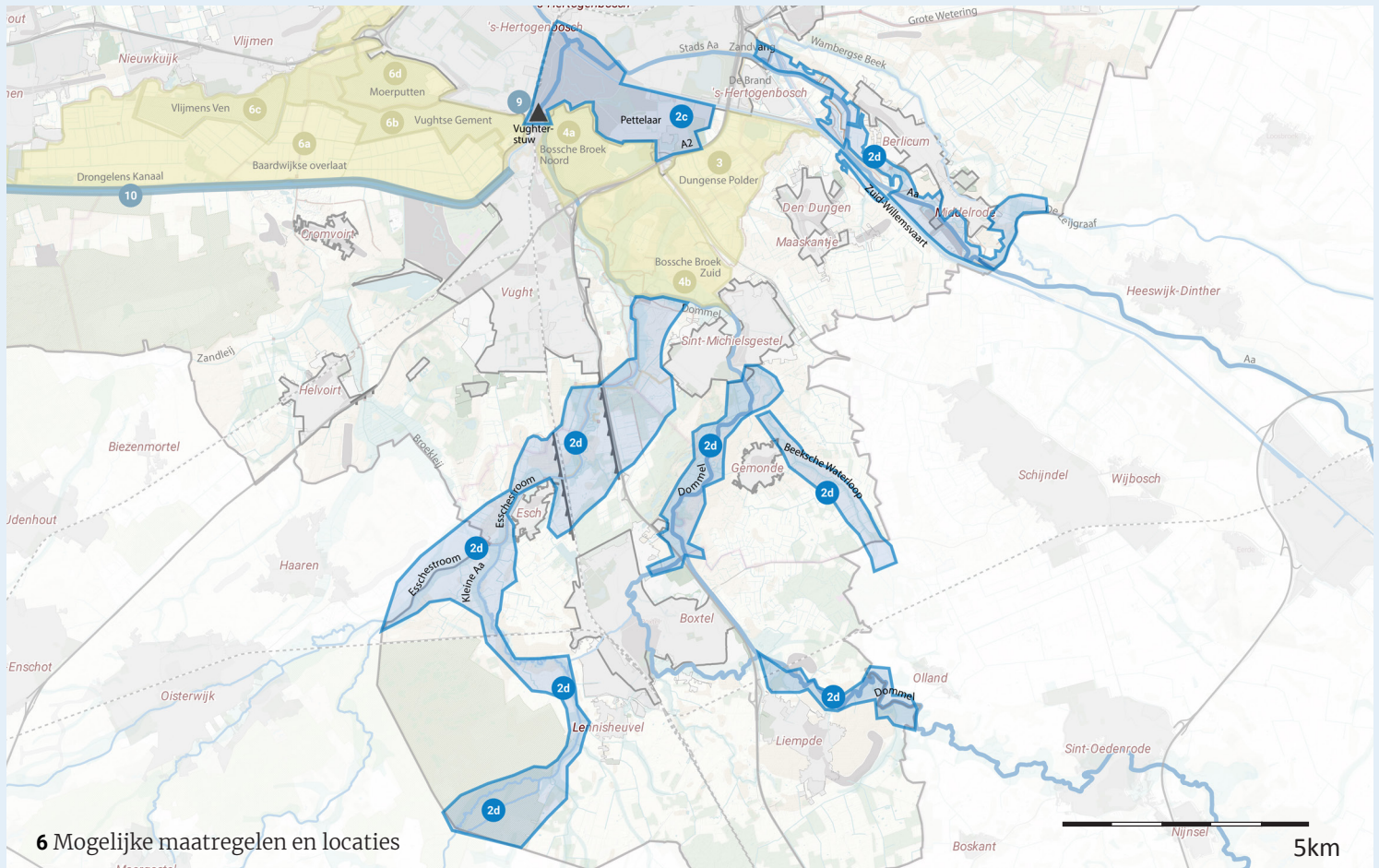
Door het 'te accepteren' peil actief te verhogen kan plaatselijk een extra waterschijf worden geborgen: 'verticale berging'. Het gebied moet hiervoor geschikt gemaakt worden. Een hoger peil heeft mogelijk consequenties op hoogtes van regionale keringen, stuwen en afsluiters (alle watergerelateerde infrastructuur), op de stad Den Bosch en op diverse beekdalen. Naast berging heeft een hoger peil als effect dat de afvoer via het Drongelens Kanaal beter verloopt.

Hoger Peil

2. Verhoging maatgevende waterstand

Vughterstuw tot 5,20 m + NAP bij calamiteiten

🌊 Impact 15 miljoen m ³ (bij 5,20+NAP)	€ Stichtingskosten €3,6 miljoen	€ Levensduurkosten/jaar €30.000	€ Kosten per miljoen m³ €240.000	🕒 Realisatietermijn <10 jaar
--	---	---	---	--



Werking systeem

Uit modelberekeningen blijkt dat een groot deel van het teveel aan water terecht komt in de bestaande waterbergingen en de reserveringsgebieden waaronder de (verruimde) beekdalen. Door verhoging van de maatgevende waterstand bij de Vughterstuw naar +5,20 m NAP kan een extra waterschijf geborgen worden ten opzichte van de huidige situatie én vullen de beekdalen zich beter. Daarnaast kan er langer en meer water afgevoerd worden via Crèvecoeur en het Drongelens Kanaal. Om het waterpeil omhoog te zetten zullen een aantal kades structureel moeten worden opgehoogd.

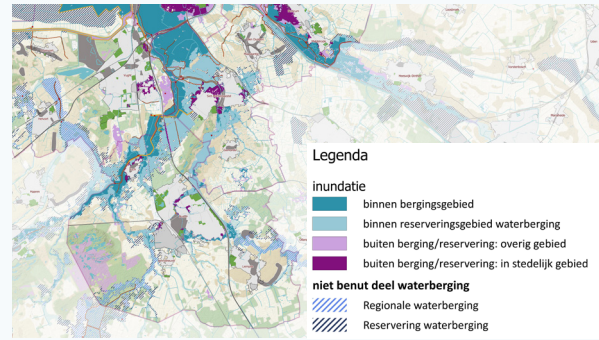
Potentiële bijdrage wateropgave

Het verhogen van de maatgevende waterstand is niet zonder meer mogelijk. Het heeft consequenties voor stabiliteit en hoogte van kades (o.a. rond bestaande kernen), beekdalen (lokale beschermingsmaatregelen), regionale keringen, kunstwerken en de bestaande infrastructuur. Ook zal de afwatering in Den Bosch zelf beschouwd moeten worden.

Deze oplossingsrichting is erg effectief in kuubs. De bijdrage aan de HoWaBo-opgave is dan ook substantieel. De eerste berekeningen laten zien dat de bijdrage gemiddeld ongeveer 15 miljoen kuub is. Het verhogen van de maatgevende waterstand is in deze oplos-



7 Voorbeeld waterberging in lage delen van het landschap



8 Huidige inundatie- en waterbergings gebieden

singsrichting bedoeld tijdens een calamiteitenscenario en niet als structurele verhoging.

Mogelijke maatregelen en locaties

Onderzocht moet worden welke consequenties het verhogen van de waterstand heeft.

2.a Consequenties voor kunstwerken

2.b Consequenties voor regionale keringen

2.c Consequenties voor Den Bosch en dorpen in de omgeving

- Binnenstedelijk transformatiegebied
- Binnenstedelijke kades

2.d. Consequenties voor beekdalen

- Beekse Waterloop
- Essche Stroom (bovenstrooms tot Kleine Aa)
- Essche Stroom (van kleine Aa tot Dommel)
- Kleine Aa
- Dommel (omgeving Liempde tot A2)
- Dommel (tussen Boxtel en Sint-Michielsgestel)
- Aa omgeving Berlicum

• Relatie tussen oplossingsrichtingen

- Hoe verder benedenstrooms, hoe meer de berging in de beekdalen beïnvloed wordt door het peil bij 's-Hertogenbosch. Bij een lager peil stroomt het water van uit

de beken sneller af, terwijl bij een hoger peil de bergingsruimte in de beekdalen juist beter benut wordt. Met name voor de huidige HoWaBo-bergingsgebieden is dit van invloed, omdat hier in dit geval meer water geborgen gaat worden. Dit heeft dus een relatie met bijvoorbeeld de optimalisatie van Bossche Broek.

Kansen meervoudig ruimtegebruik

- Er liggen kansen om de inrichting van waterlopen en hoogwaterbestendig bouwen onderdeel te maken van de identiteit van de stadsdelta.

Aandachtspunten

- Wat betekent hoogwaterbestendigheid in extreme situaties voor de functionaliteit en beleving in de normale situatie?
- Planontwikkeling van sommige gebieden loopt: snel handelen is gewenst.
- Veel (detail) inzicht nodig. Met name dienen de consequenties inzichtelijk te worden gemaakt (zie ook mogelijke maatregelen en locaties)
- Complexiteit inpassing watermaatregelen (kwaliteit openbare ruimte).
- Onderzoek waar (bij welke hoogte) het omslagpunt ligt tussen inspanning en effect.

Bergen

Een gestuurde berging is een waterbergingsgebied dat in extreme situaties doelbewust onder water wordt gezet. Het gebied is ervoor ingericht en wordt actief onder water gezet, bijvoorbeeld door een inlaat in een kade. Zo kan wateroverlast benedenstrooms worden voorkomen.

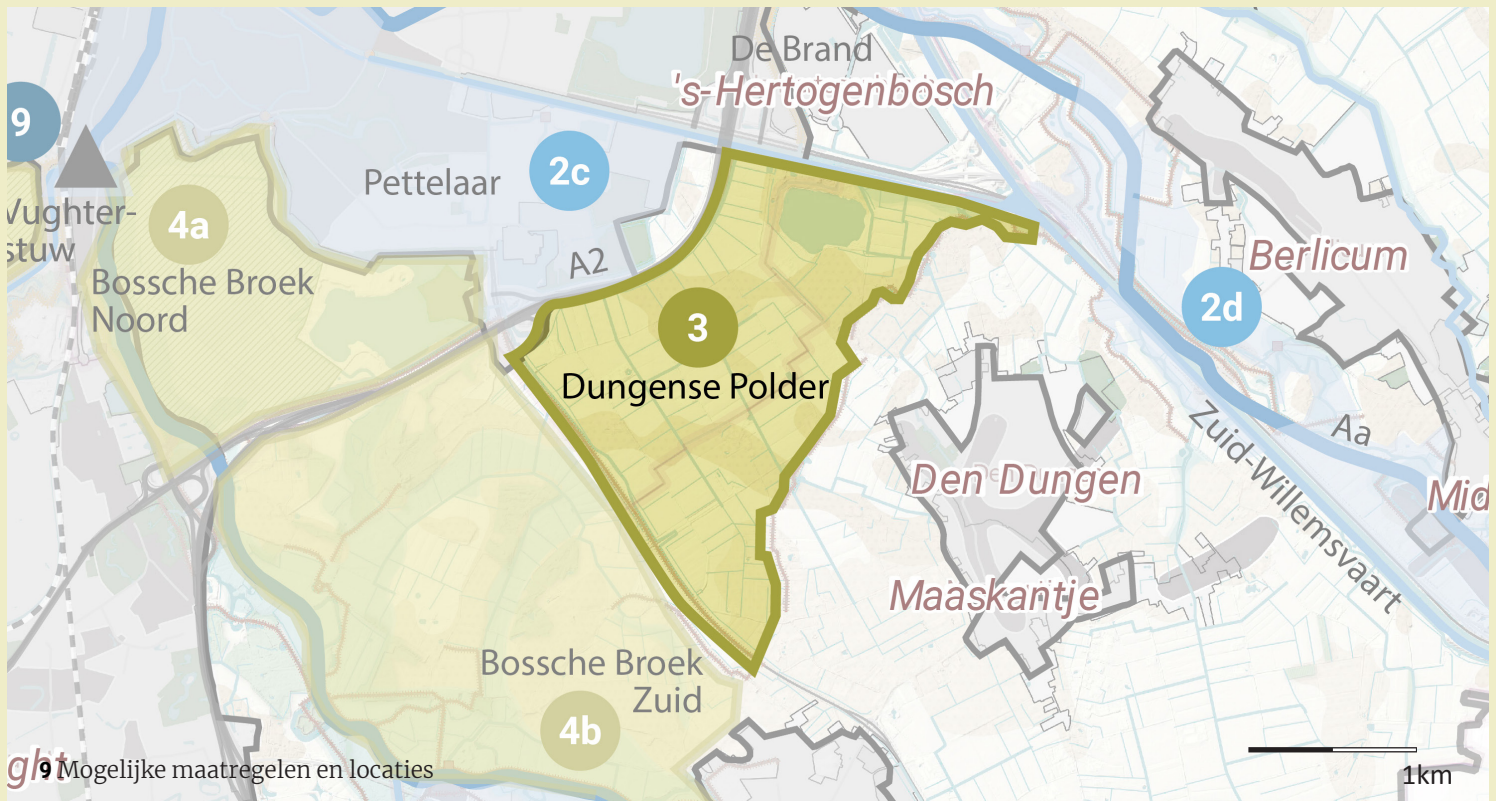
Er zijn vijf oplossingsrichtingen mogelijk die hierna worden toegelicht.

Bergen

3. Dungense Polder

Nieuwe gestuurde waterberging

Impact	Stichtingskosten	Levensduurkosten/jaar	Kosten per miljoen m³	Realisatietermijn
5 miljoen m ³	€18,2 miljoen	€10.000	€3,64 miljoen	5-10 jaar



Werking systeem

De Dungense polder behoorde tot ca. 1950 tot de landschappelijke eenheid van het Bossche Broek. Met de komst van de A2 en de N617 is het gebied meer op zichzelf komen te staan. Momenteel bestaat het gebied tussen Den Dungen en 's-Hertogenbosch uit een agrarisch landschap met relatief grote percelen en wisselend grondgebruik. De perceelsloten wateren af op grotere sloten die vervolgens uitmonden in de Dungensesloot ten zuiden van de A2. Het water uit Den Dungen komt hier ook op uit. De Dungensesloot brengt het water uiteindelijk via gemaal Segers naar de Dommel. In deze oplossingsrichting wordt de Dungense Polder als waterberging ingericht. Kades moeten worden opgehoogd en er moet gekeken worden naar (meervoudig) ruimtegebruik van de Dungense Polder.

Potentiële bijdrage wateropgave

Deze oplossingsrichting levert ongeveer 5 miljoen kuub water op en 6 cm waterstandsvaling bij de Vugtherstuw. Er zijn meerdere mogelijkheden om het water in te laten in de Dungense Polder, die nader worden onderzocht. Water inlaten vanuit de Zuid-Willemsvaart lijkt effectief. Ook kan gebruik gemaakt worden van de weg Keerdijk die met een tunnel onder de Bosschebaan door gaat. Zo kan de Dungense polder als gestuurde berging worden ingezet. De A2 en de kade naast de Zuid-Willemsvaart liggen in de huidige situatie ca. 3 m boven maaiveld, de Bosschebaan 2-3 m. De Keerdijk en Poeldonksedijk ten noorden van Den Dungen kunnen afhankelijk van de beoogde extra waterberging evt. worden opgehoogd om Den Dungen te beschermen. Deze oplossingsrichting lijkt kansrijk omdat het al een zeer laag gelegen gebied is. Ook richting de toekomst wordt dit gebied steeds gevoeliger voor overstromingen.



10 De Dungense Polder met op de achtergrond 's-Hertogenbosch



11 De Nieuwe Dijk kijkend naar 's-Hertogenbosch in de Dungense Polder

Relatie tussen oplossingsrichtingen

- De effectiviteit van deze oplossing is afhankelijk van het waterbergingsniveau in Bossche Broek en de capaciteit van de duiker onder de Bosschebaan.
- Hoger peil - Als gekozen zou worden voor inlaat vanuit Bossche Broek Zuid dan heet oplossingsrichting van het Hoger Peil invloed op de effectiviteit. Indien gekozen wordt voor een inlaat vanuit de Zuid-Willemsvaart dan heeft Hoger Peil geen invloed op de Dungense Polder.

Kansen meervoudig ruimtegebruik

- Verbeteren van de ecologische waarde van de Dungense Polder. In de structuurvisie Sint-Michiëlgestel 2025 staat bijvoorbeeld een suggestie voor een ecologische verbindingzone door de Dungense polder.
- Verbeteren van stad- en landverbindingen tussen 's-Hertogenbosch en de Dungense Polder via het Bossche Broek Zuid of onder de A2 of langs de Zuid-Willemsvaart.
- Zonne- en windenergie (is zoekgebied).
- Meekoppelkansen bij MIRT (verbreding) A2.
- Linie 1629 beleefbaar maken in samenhang met de waterberging.

- Relatie met opwaardering Dungense Parel (Meerse Plas en Omgeving).

Aandachtspunten

- De dijken van de Dungense Polder zijn historisch waardevol met volgroeide bomen op de Keerdijk en Poeldonksedijk. Bovendien is er bebouwing op de dijk. Daarnaast is het een recreatieve fietsroute. Tot slot is er minder uitzicht als je de kades verhoogt. Het leegmaken van de dijk en vervolgens ophogen wordt dus erg lastig.
- Zorgvuldige omgang met kapitaalintensive teelt en woningen.
- Belangrijk om risico's voor A2 als calamiteitenroute te onderzoeken. Bij het vernatzen van het Bossche Broek is dit al een issue.
- Woningbouwopgave Sint-Michiëlgestel.
- Het legen van de polder nadat deze is ingezet vraagt mogelijk forse pompcapaciteit of aanpassing watersysteem.
- De effectiviteit van deze oplossing is afhankelijk van het waterbergingsniveau in Bossche Broek en de capaciteit van de duiker onder de Bosschebaan of afhankelijk van de waterstand in de Zuid-Willemsvaart.

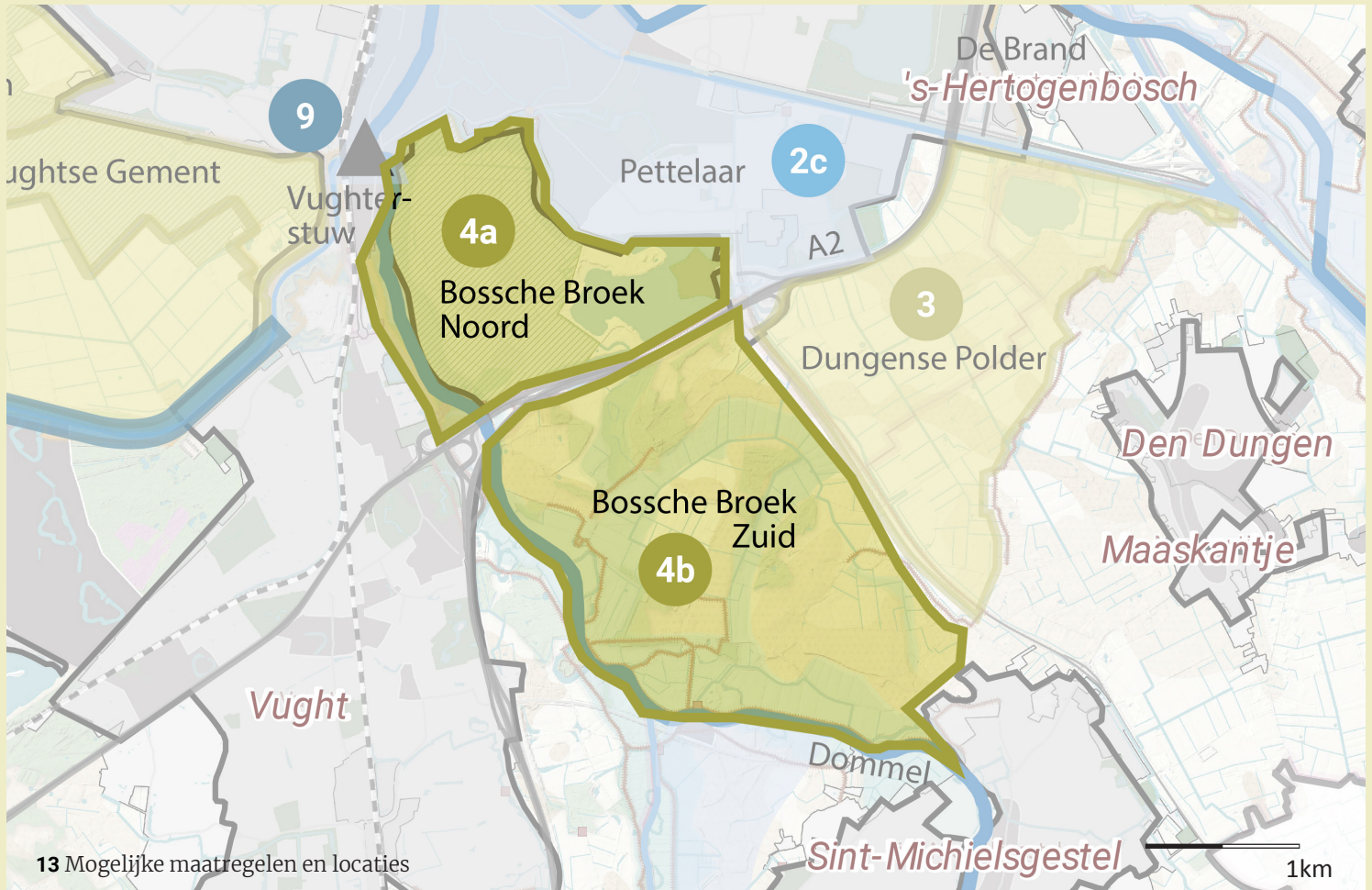


12 Ontwikkelingen

4. Bossche Broek

Optimalisatie van bestaande bergingen van HoWaBo 1

Impact Regelbaar systeem	Stichtingskosten €13,2 miljoen	Levensduurkosten/jaar €2.000	Kosten per miljoen m³ Onbekend	Realisatietermijn 5-10 jaar
------------------------------------	--	--	---	---------------------------------------



Werking systeem

De natuurlijke graslanden van het Bossche Broek vormen een oorspronkelijk laaggelegen gebied. Om in geval van extreme aanvoer vanuit de beken te voorkomen dat het water rond de stad te ver stijgt, kan het Bossche Broek reeds ingezet worden als regionale gestuurde waterberging. Bossche Broek wordt door de snelweg A2 in twee delen geknipt. Rond de A2 liggen kades die zijn aangelegd na de overstromingen van 1995.

Bossche Broek Noord

Het Bossche Broek Noord wordt omgeven door kades, die het gebied scheiden van de Dommel en de stadssingel en hierdoor een eigen wa-

ter(kwaliteits)beheer mogelijk maken in relatie tot de natuurwaarde van het gebied. Aan de oostzijde wordt het gebied begrensd door de wijk de Pettelaar. Het Bossche Broek Noord is een regionale gestuurde waterberging. Voor inzet moeten een aantal schotten in de kade langs de dommel worden verwijderd.

Bossche Broek Zuid

Het Bossche Broek Zuid ligt tussen de Dommel aan de westzijde en de Bosschebaan (N617) aan de oostzijde. De noordelijke begrenzing wordt gevormd door de snelweg A2. Aan de zuidzijde loopt het gebied als landschappelijke eenheid door tot de bebouwing van Sint-Michielsgestel. Geomorfologisch gezien bestaat het gebied uit een beekdalbodem inclusief overstromings-



14 Het Bossche Broek in 1990

vlaktes en dekzandruggen. Langs de Dommel liggen kades, langs de A2 zijn na 1995 kades aangelegd en in geval van overstroming funktioneert ook de Bosschebaan als kade. Ook aan de zuidzijde, richting Sint-Michielsgestel zijn verschillende, deels historische, kades aanwezig. Het gebied funktioneert als gestuurde berging in geval van een te hoge waterstand op de Dommel. Het noordelijk deel van het gebied heeft formeel de functie 'waterberging'. Overig gebied heeft de titel reserveringsgebied. De gronden langs de Dommel lopen als eerste op 'natuurlijke wijze' onder. Voor de inzet van het bergingsgebied Bossche Broek Zuid dient de inlaatconstructie vrijgegraven te worden.

Potentiële bijdrage wateropgave

De bestaande bergingen kunnen mogelijk worden geoptimaliseerd. Uit modelberekeningen blijkt dat de berging snel vult in een aantal uur (doordat de inlaat beperkt regelbaar is) en dat de waterstand in de Dommel gedurende deze periode niet verder stijgt. Dat is ongewenst omdat daarmee druk richting de Maas wegvalt en er minder water over het Drongelens Kanaal wordt afgevoerd. De precieze hydraulische effectiviteit



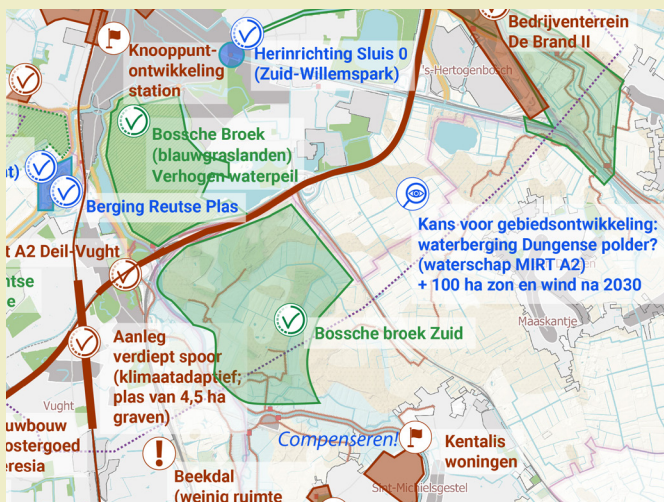
15 Het Bossche Broek in 2023

kan nog niet bepaald worden omdat die afhankelijk is van de manier van inzetten. Dit vraagt om nadere uitwerking en ruimtelijke aanpassingen in het gebied (inlaten, kades verhogen etc.) De kosten worden ingeschat op 13 miljoen euro.

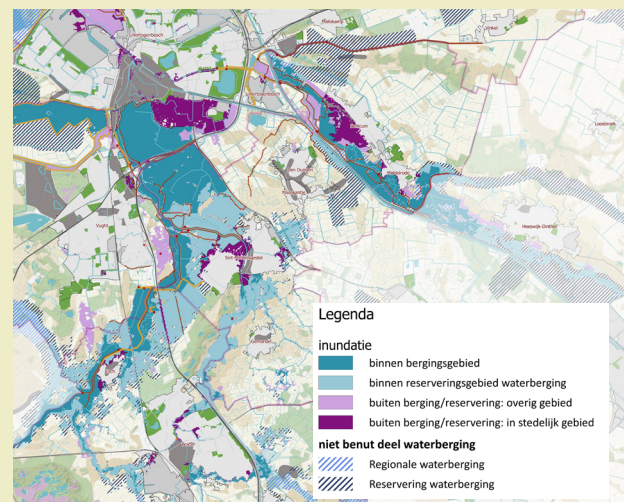
Mogelijke maatregelen of locaties

Bossche Broek Noord

Acceptatie van een hoger maximaal waterpeil (hoger dan +4.90 m NAP) betekent dat meer water in het Bossche Broek Noord geborgen kan worden. De kades zijn hiervoor echter niet op orde (ze lopen al rond T100 over). Ook bij de Pettelaar is er een grens: vanaf 5.20m + NAP treedt inundatie van het stedelijke gebied in wijk de Pettelaar op. Maatregelen aan de rand van de Pettelaar (maaiveldverhoging, kade of keermuur) voorkomen inundatie en maken een nog hoger peil mogelijk. Naast de extra waterberging is een hoger peil gunstig voor de afvoercapaciteit van het Drongelens kanaal en bovendien kan het moment dat Crèvecoeur, zodra de Maas begint te dalen, eerder weer geopend worden. Door het maken van een regelbare inlaat is de inzet van de waterberging in verschillende situaties geborgd.



16 Ontwikkelingen



17 Huidige inundatie- en waterbergingsgebieden

Bossche Broek Zuid

Het noordelijke gedeelte van Bossche Broek Zuid heeft in zijn geheel de status van waterbergingsgebied. De zuidzijde, tussen het bergingsgebied en de bebouwing van Sint-Michielsgestel, heeft de status van reserveringsgebied voor waterberging. Uit de watertoets blijkt dat het bergingsgebied én het reserveringsgebied voor waterberging beiden zullen overstromen. De waterstand in de Dommel is op dat moment hoger dan waarmee na 1995, bij het aanwijzen van de bergingsgebieden, rekening gehouden werd. Hiermee wordt er in Bossche Broek Zuid dus meer water geborgen dan waarmee oorspronkelijk rekening gehouden werd. Met het omzetten van reserveringsgebied naar bergingsgebied kan dit geformaliseerd worden. Los van de uitbreiding van het bergingsgebied is het ook een mogelijkheid dat door middel van maaiveldverlaging ten behoeve van natuurontwikkeling ook bergingsruimte toegevoegd kan worden. Tot slot kan ook, net als bij het Bossche Broek Noord, onderzocht worden of een beter regelbare inlaat aan een efficiëntere werking van de berging bijdraagt.

Aandachtspunten

- Hoogwaterbestendig maken landbouwgebied (boerderijen op terpen, voorbeeld Overdiepse Polder).
- De bebouwing aan de noordzijde van Sint-Michielsgestel heeft formeel geen 1 keer per 150 jaar beschermingsniveau. Uit de watertoets blijkt dat hier in deze 1 keer per 150 jaarssituatie wel overstrooming plaatsvindt. Lokale maatregelen aan de rand van het vergrote bergingsgebied (uitbreiding en/of vergroting lokale kades) kunnen een oplossing zijn.



18 Trekpontje bij Bastion Vught en uitkijkplek Bossche broek als onderdeel van een recreatief rondje.

- Stikstof in nabijheid van Natura 2000 Bossche Broek.
- Zorgvuldige omgang met woningen en tuinen aan de rand van het Bossche Broek.
- Omgang met volgroeide boombeplanting.
- Relatie met geplande peilopzet Zuiderplas en compensatie bergingsverlies.
- Natuurlijke ambities dynamische Dommel in relatie tot natuurlijke beperkingen gestuurd systeem.
- Hoogte en sterkte keringen langs de A2. Afstemming met RWS is noodzakelijk.
- Effect op overig stedelijk gebied, waaronder Vught.

Relatie tussen oplossingsrichtingen

- Waterstand bij 's-Hertogenbosch, wel of niet accepteren hoger peil.
- Alle andere gestuurde bergingen (inzet en inzetvolgorde).
- De Dungense Polder (optie nieuwe gestuurde waterberging).

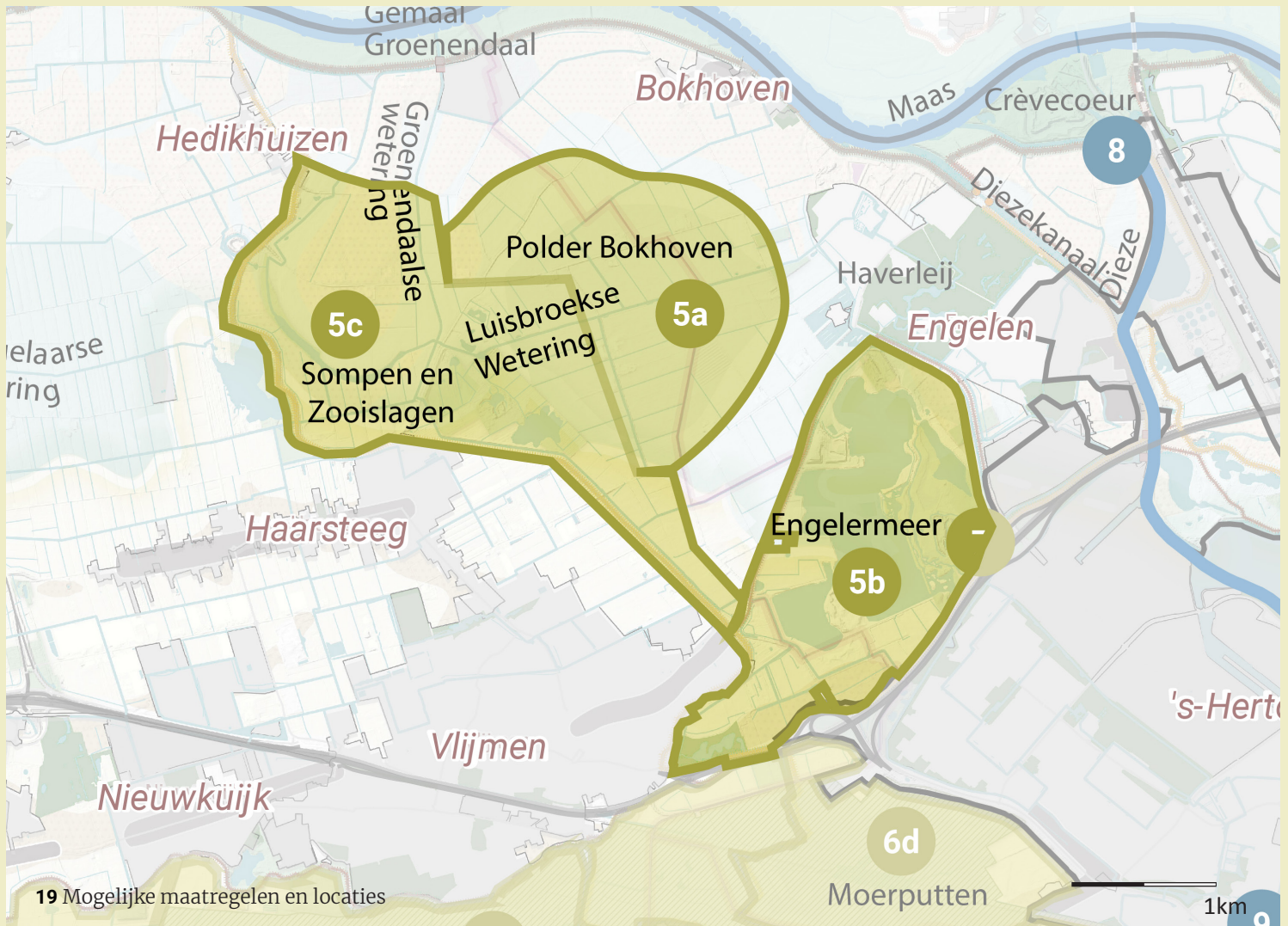
Kansen meervoudig ruimtegebruik

- Aanleg 'randpark' op de nieuwe kade als onderdeel van een recreatief 'rondje Bossche Broek'.
- Extensivering huidig landbouwkundig gebruik en interessante geomorfologische overgangen ecologisch benutten.
- Maaiveldverlaging t.b.v. natuur in combinatie met vergroting ruimte voor waterberging.
- Uitbreiden en benutten van recreatieve belevingswaarde (landgoederen) d.m.v. goede stad-land-verbindingen en extra recreatieve routes.

5. Bokhovense Overlaat

Nieuwe gestuurde berging in reeks bergingen van HoWaBo 1

🚰 Impact	€ Stichtingskosten	€ Levensduurkosten/jaar	€ Kosten per miljoen m ³	🕒 Realisatie-termijn
21 miljoen m ³	€31,7 miljoen	€2.300	€1,51 miljoen	10-20 jaar



Werking systeem

De Bokhovense Overlaat is een agrarisch poldergebied tussen 's-Hertogenbosch, Vlijmen, Bokhoven en Hedikhuizen, met enkele (intensieve) boerderijen. Daar ligt ook het gebied Sompen en Zoislagen, wat een oude Maasmeander is tussen 's-Hertogenbosch en de dijkkring van Heusden met natte natuur en landbouwpercelen. Het gebied ligt relatief laag. Het gebied staat in contact met het Engelermeer via de Zoislagen en de Buitendijkseloop die later overgaat in de Koningsvliet. Het Engelermeer is in HoWaBo 1 bestemd als waterbergingsgebied. Via een

koppeling met de Vughtse Gement door een nieuwe onderdoorgang onder de A59 kan het gebied in potentie worden ingezet. Deze verbinding is echter nog niet gerealiseerd.

Potentiële bijdrage wateropgave

Deze oplossingsrichting is een combinatie van verschillende maatregelen, o.a. het inrichten van waterbergingsgebied in de Bokhovense Polder en gebied Sompen en Zoislagen e.o., maar ook het optimaliseren van de huidige waterberging het Engelermeer en een mogelijke nieuwe inlaat. Het binnendijkse landelijke gebied tussen



20 De Bokhovense Polder



21 De Bokhovense Polder

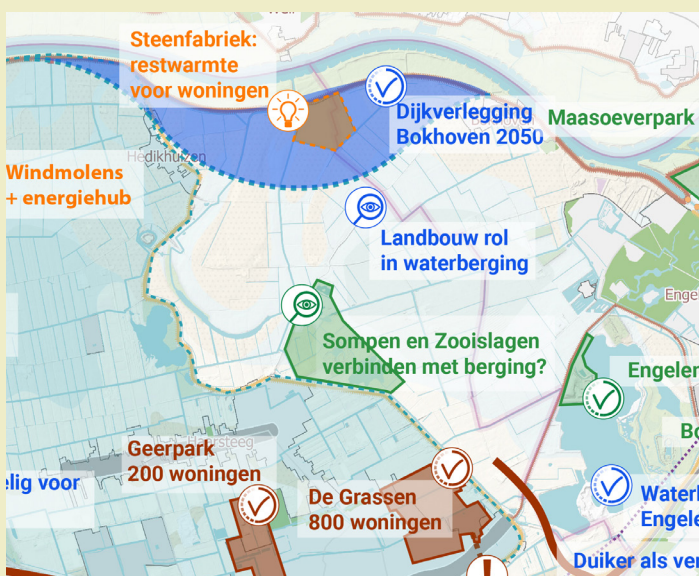
Den Bosch en de dijkkring van Heusden is een laaggelegen en open gebied. In potentie kan dit veel kuub per m² ruimte voor water opleveren. Dit gebied kan een rol spelen in een uitbreiding van de reeks gestuurde bergingen die deels al aangelegd zijn bij HoWaBo 1. Het overtollige water wordt via het Vughtse Gement, door de (te realiseren) hoogwater- en ecotunnel onder de A59 richting het Engelermeer en vervolgens naar het gebied rond Somp en Zoislagen en Polder Bokhoven geleid. Afhankelijk van de capaciteit van een mogelijk nieuw gemaal Groenendaal kan de reeks bergingen gaan 'stromen' en zo extra afvoer opleveren. Ook is er een relatie met de ontwikkeling van Gemaal Crèvecoeur. In het Engelermeer is volgens de huidige plannen ruimte voor waterberging tot een peil van +2.90 m NAP. Het bergen van nog meer water (een grotere waterschijf) lijkt lastig te verenigen met het gebruik rond de plas, maar zal onderdeel zijn van een verdere uitwerking.

De effectiviteit van de huidige waterberging Engelermeer hangt ook sterk samen met de

snelheid van vollopen. Uit modelberekeningen blijkt dat het vullen van het Vughtse Gement al geruime tijd in beslag neemt. Het Engelermeer komt in de maatgevende omstandigheden (als volgende stap) eigenlijk te laat in beeld om een groot effect te hebben op de waterstand bij 's-Hertogenbosch. De hoogwaterpiek is al voorbij voordat het Engelermeer gevuld kan worden. Het realiseren van een nieuwe inlaat bij het Engelermeer, zodat het water via de Dieze direct in het Engelermeer kan lopen i.p.v. via het Vughtse Gement, kan ook onderdeel uitmaken van deze oplossing. Zie hiervoor oplossing inlaat Engelermeer. Deze is apart weergegeven omdat deze maatregel ook los van de polder Bokhoven uitgewerkt kan worden om betere sturing te geven aan het vollopen van het Engelermeer.

Om overlast in omliggende kernen te voorkomen dienen in het gebied nieuwe kades aangelegd te worden en kan er nagedacht worden over compartimentering.

Dit is een erg effectieve maatregel qua kuubs, namelijk 21 miljoen kuub. De kosten worden



22 Ontwikkelingen

ingeschat op ongeveer 31,7 miljoen euro. Er liggen kansen op het gebied van natuur en landschap, Natura 2000, de energietransitie, KRW-opgave en de dijkverlegging Bokhoven.

Relatie tussen oplossingsrichtingen

- Dijkverlegging Bokhoven en evt. aanpassen van gemaal Groenendaal.
- Andere gestuurde bergingen.
- Extra inlaat Engelermeer aanleggen.

Kansen meervoudig ruimtegebruik

- Extensivering ten opzichte van het bestaande intensieve landbouwkundige gebruik (inrichten als extensief landbouwgebied als recreatief uitloopgebied vanuit 's-Hertogenbosch, via Haverleij).
- Hoogwaterbestendig maken landbouwgebied (boerderijen op terpen).
- Met andere bergingen een verbinding tussen de Loonse en Drunense Duinen en de Maas.
- Natuurontwikkeling; verdroging voorkomen en het leefgebied van soorten die veel water nodig hebben uitbreiden.
- Waterbuffer in tijden van droogte.
- Nieuwe natuur, oude Maasarm en Zuiderwaterlinie recreatief toegankelijk maken.
- Aandacht voor gebruik restwarmte voor de steenfabriek in Elshout.

Aandachtspunten

- Er is nu nog kapitaal intensieve teelt in het gebied.
- Stikstof in nabijheid van Natura 2000-gebieden.



23 Sompen en Zoislagen vanaf de Inlaagdijk

- Het gebied kenmerkt zich door openheid. Hoge kades zijn wat dat betreft niet wenselijk. Er dient rekening gehouden te worden met het landschap.
- Dijkverlegging Bokhoven kan een risico en een kans zijn.
- Meer onderzoek moet gedaan worden naar de combinatie met het instellen van een hoger bergingspeil in de huidige waterberging in het Vughtse Gement.
- Aandacht voor risico van waterinlaat Engelermeer (via Bossche Sloot) zo dicht bij stedelijk gebied en met beperkte ruimte.
- Is één grotere overlaat inpasbaar zonder in normale situaties enorme barrière te zijn, of beter meerdere groene overlaten. Verzoek om meerdere scenario's te verkennen, zoals aanbrengen van dijk/compartimenten. Dit is ruimtelijk gezien ook kansrijk.
- Aandacht voor snelheid van vollopen overlaat. Op dit moment loopt Engelermeer niet snel vol en daarom is het geen effectief bergingsgebied, met een inlaat op een andere locatie werkt dit eventueel beter. Meenemen in vervolgonderzoek.

Mogelijke maatregelen en locaties

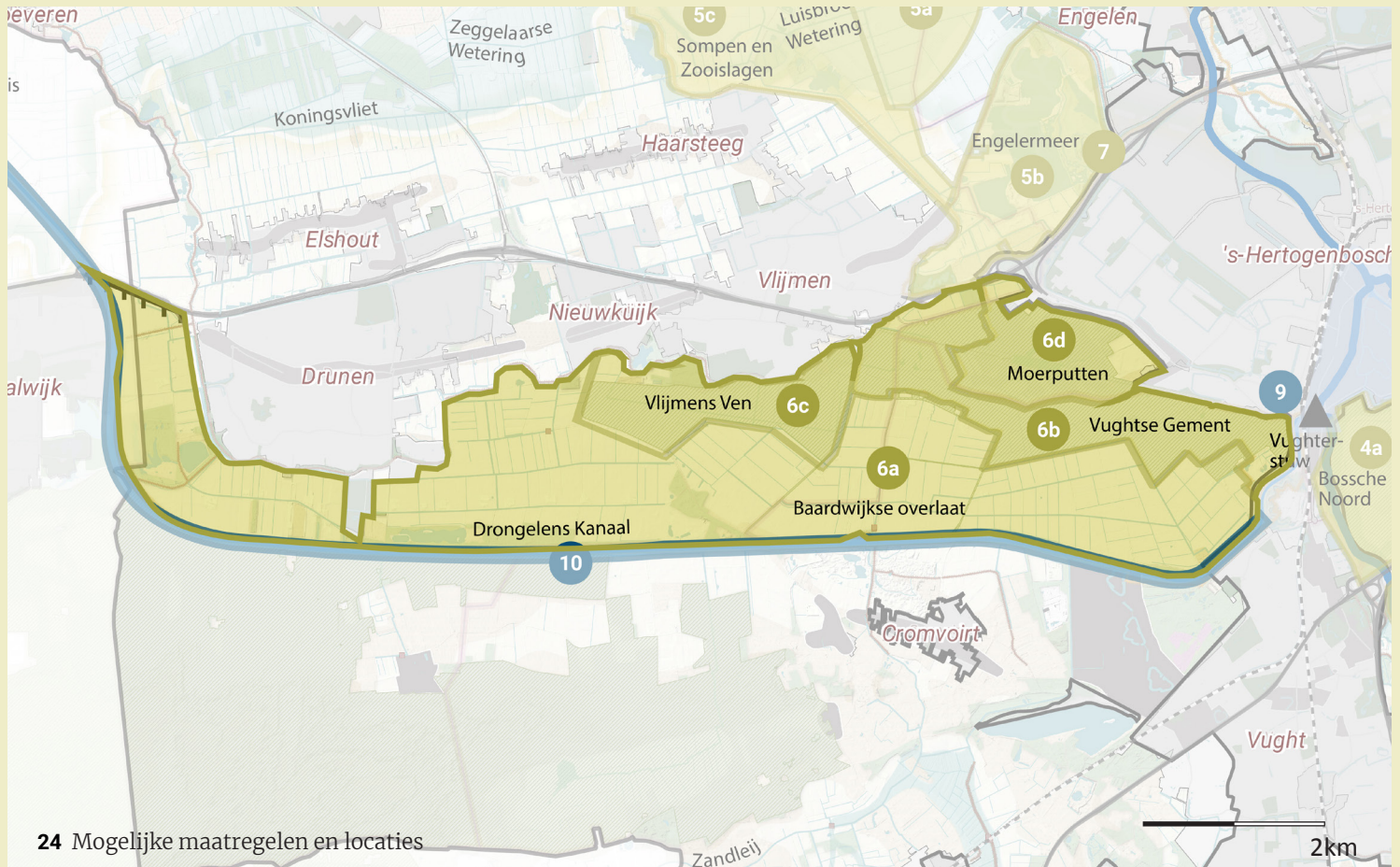
Er zijn drie mogelijke maatregelen of locaties waar deze oplossing in uitgewerkt kan worden:

- 5a. Bokhovense Polder
- 5b. Optimalisatie berging Engelermeer
- 5c. Sompen en Zoislagen e.o.

6. Baardwijkse Overlaat

nieuwe gestuurde bergingen

Impact	Stichtingskosten	Levensduurkosten/jaar	Kosten per miljoen m³	Realisatietermijn
5 miljoen m ³ (bij +3,2 NAP)	€14,7 miljoen	€1.000	€2,94 miljoen	10-20 jaar



24 Mogelijke maatregelen en locaties

Werking systeem

Het gebied van de Baardwijkse Overlaat is een open en laaggelegen gebied tussen het Drongelens kanaal en de dorpen, Drunen, Nieuwkuijk en Vlijmen. Van oudsher is dit gebied onderdeel van de Baardwijkse Overlaat. Het Drongelens Kanaal heeft een deel van de overlaat afgesneden. We onderscheiden het huidige waterbergingsgebied Vughtse Gement, de Natura 2000-gebieden Vlijmens Ven en Moerputten en het 'overlaat' gebied ten noorden van het Drongelens Kanaal.

Het Vughtse Gement is als onderdeel van HoWaBo ingericht als 'gestuurde berging'. Het inlaatwerk, 3 grote kleppen in de dijk van het Drongelens Kanaal, zorgt ervoor dat de huidige waterberging in het Vughtse Gement gecontroleerd vol kan lopen. Zodra het maximale peil (nu +3,4 m

NAP) in de berging bereikt is, wordt de inlaat weer gesloten. Er is bij aanleg gekozen voor relatief lage kades. Door kadeverhoging kan de capaciteit van de gestuurde berging Vughtse Gement mogelijk verhoogd worden. Bij aanwijzing van deze waterberging in 2008 was uitbreidbaarheid/toekomstbestendigheid één van de argumenten.

Het Vlijmens Ven is een natuurgebied met natte hooi- en weilanden en vormt samen met het aangrenzende Moerputten en Bossche Broek een Natura 2000 gebied. De Heidijk vormt aan de noordzijde een markante grens waar het contrast tussen open en dicht goed ervaren wordt. De aanwezigheid van kwelwater is van groot belang voor de natuurwaarden. In samenhang met HoWaBo 1 is het gebied als natuurgebied ingericht/ versterkt. De bouw voor ter plaatse van voormalig landbouwgrond is afgegraven. De afgegraven grond is



25 De Baardwijkse Overlaat

gebruikt voor aanleg van kades rond het bergingsgebied Vughtse Gement. Water voor landbouw en natuur zijn gescheiden. Het Vlijmens Ven is aangewezen als reserveringsgebied voor waterberging. Tijdens de afweging voor HoWaBo 1 is er echter bewust voor gekozen hier geen waterberging te realiseren, maar in te zetten op versterking van de kwelnatuur.

De Moerputten is een natuurgebied van 118 hectare. Het is een van de weinig overgebleven laagveenmoerassen ten zuiden van de grote rivieren. De veenlaag was dik genoeg om te worden ontgonnen. Zo ontstonden twee plassen, de Lange Putten en de Moerput. Sporen van veenontginning zijn nog te zien in het landschap, zo zijn er talrijke legakkers. Het waterrijke gebied maakte eeuwenlang deel uit van de militaire inundatiezone rond 's-Hertogenbosch en ook van de Baardwijkse Overlaat. Markant is de grote Moerputtenbrug, een restant van de Halve Zolenlijn waarover nu gewandeld kan worden. De Moerputten zijn aangewezen als reserveringsgebied voor waterberging. Tijdens de afweging voor HoWaBo 1 is er echter bewust voor gekozen hier geen waterberging te realiseren in verband met behoud van de natuurwaarden. Eventueel kunnen de Moerputten en Vlijmens Ven wel een bijdrage leveren aan de opgave voor



26 De Baardwijkse Overlaat

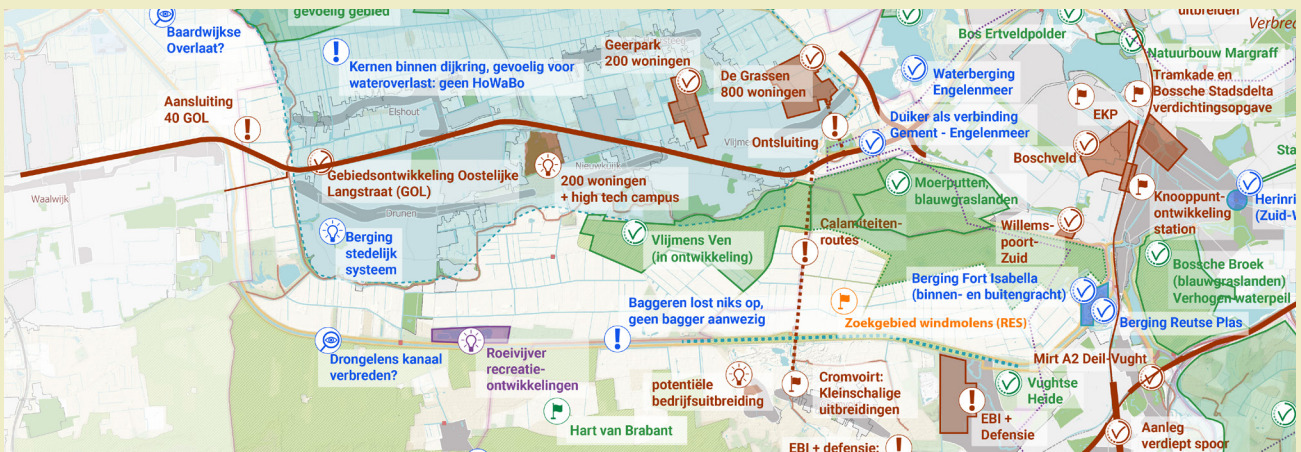
HoWaBo 2.

Potentiële bijdrage wateropgave

In aanvulling op de waterberging Vughtse Gement uit HoWaBo 1 kunnen verschillende delen van de voormalige Baardwijkse Overlaat ingezet worden als waterberging. Het water kan worden ingelaten via de berging Vughtse Gement, of rechtstreeks vanuit één of meerdere nieuwe inlaten langs het Drongelens Kanaal. Zodra het maximale peil in de berging bereikt is, wordt de inlaat weer gesloten. Nieuwe (verhoogde) kades in het gebied begrenzen de waterberging, waarbij eventueel verschillende compartimenten worden aangebracht.

De Nieuwkuijkseweg zou een logische grensvormen tussen een oostelijk en westelijk compartiment. Herstel van deze verbinding geeft meer sturingsmogelijkheden in het systeem. De inlaat zal mogelijk moeten worden aangepast.

Ook bij het laten vollopen van de Baardwijkse Overlaat is timing belangrijk. Net als bij de inzet van waterbergingsgebied Engelermeer is het inlaten van water vanuit de Vughtse Gement misschien niet efficiënt, omdat de piek alweer voorbij is voordat de berging volledig gevuld is. Om dit probleem te voorkomen in de Baardwijkse



27 Ontwikkelingen

Overlaat worden inlaten vanuit het Drongelens Kanaal onderzocht. Dat maakt het flexibel, snel en efficiënt vollopen van de bergingen mogelijk. Aandachtspunt hierbij is de (extra) capaciteit van het Drongelens kanaal tot aan dit inlaatwerk, zodat de afvoer naar de Bovenlandse sluis optimaal gehouden kan worden.

De hoogte van de nieuw aan te leggen kades, de effecten op het stedelijk watersysteem van de gemeente Heusden en de oppervlakte van het gebied (wel of niet meenemen van de Natura2000 gebieden) bepalen de waterschijf en de capaciteit van de berging. Nader onderzoek moet uitwijzen of dit een kansrijke oplossingsrichting is, maar in eerste berekeningen blijkt dat er bij een peil van +3,20 m NAP in het Vughtse Gement ongeveer 5 miljoen kuub water in de Baardwijkse Overlaat kan. De kosten daarvan worden ingeschat op 14,7 miljoen.

Relatie tussen oplossingsrichtingen

- Drongelens Kanaal, vergroten afvoercapaciteit en onderzoek naar effect op continuïteit van afvoer over het kanaal.
- Andere gestuurde bergingen.

Kansen meervoudig ruimtegebruik

- Mogelijkheid voor integrale gebiedsontwikkeling met betekenis voor de ruimere stedelijke en natuurlijke omgeving, op te pakken binnen de GGA Vlijmens Ven, Moerputten en het Bossche Broek.
- Extensivering ten opzichte van het bestaande intensieve landbouwkundige gebruik (inrichten als extensief landbouwgebied of natuurgebied met recreatieve belevingswaarde nabij de stad).
- Hoogwaterbestendig maken landbouwgebied (boerderijen op terpen, voorbeeld Overdiepse Polder).
- Behoud en versterking gebied als onderdeel historische Baardwijkse Overlaat en Zuiderwaterlinie.

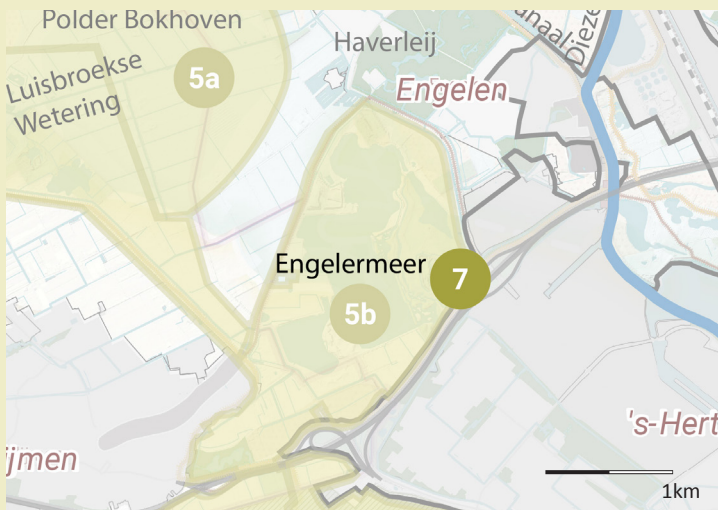
Aandachtspunten

- Stikstof in nabijheid van Natura 2000-gebieden (Loonse en Drunense duinen en Leemkuilen & Vlijmens Ven, Moerputten en Bossche Broek).

- Grondwatereffect op stedelijk gebied gemeente Heusden. Aangegeven is dat er nauwelijks ruimte is voor verhoging. Dit kan de te bergen hoeveelheid water enorm beperken. Grondwatereffect kan zorgen voor het verdrinken van riooloverstorten met wateroverlast in stedelijk gebied tot gevolg. Dat gebeurt al bij 3.20 + NAP.
- Grote complexe gebiedsontwikkeling: nader onderzoek en ontwerp is nodig om te bepalen hoe de verschillende functies in dit gebied zich tot elkaar kunnen verhouden.
- Hoogte van de kades in relatie tot beleving landschappelijke openheid.
- Het gedeeltelijk benutten van historische kades onderzoeken. Zo kan de Heidijk op dit moment geen waterkerende functie vervullen, omdat er verschillende watergangen die de polder van Heusden van water voorzien door de dijk lopen. Deze watergangen zullen hoe dan ook gecompartmenteerd/geïsoleerd moeten worden van de waterberging.
- Behoud functionaliteit verbindingswegen van noord naar zuid (o.a. Overlaatweg, Duinweg, Nieuwkuijkseweg, Vendreef) in relatie tot periodieke inundatie.
- Overig gebruik in dit gebied (wonen, roeibaan inclusief recreatieve ontwikkelingen).
- Afstemmen inundatiefrequentie op te behouden of ontwikkelen landgebruik.
- Grote impact op beplanting van de kanaaldijken en omgeving, welke ook N2000 zijn.
- Hoe omgaan met bruggen over het kanaal en bestaande infrastructuur? Ook i.r.t. calamiteiten en de EBI. De Vendreef en de Nieuwkuijkseweg zijn calamiteitenroutes die droog moeten blijven.
- Het stedelijk watersysteem van Heusden en Vught loost onder vrij verval op het Drongelens Kanaal. Er zal bekeken moeten worden wat de effecten van deze oplossingsrichting hierop zijn.

7. Extra inlaat Engelermeer aanleggen

Impact Regelbaar systeem	Stichtingskosten €9,7 miljoen	Levensduurkosten/jaar €1.000	Kosten per miljoen m³ Onbekend	Realisatietermijn 5 jaar
------------------------------------	---	--	---	------------------------------------



28 Mogelijke maatregelen en locaties



29 Ontwikkelingen

Werking systeem

De waterberging Engelermeer maakt onderdeel uit van de waterbergingen aangelegd binnen HoWaBo 1. Het overtollige water wordt via het Vughtse Gement, door de (nog te realiseren) hoogwater- en ecotunnel onder de A59 richting het Engelermeer geleid. Deze onderdoorgang is er op dit moment nog niet. Een nieuwe of extra inlaat vanuit de Dieze en de Bossche sloot langs de A59 kan ervoor zorgen dat het gebied sneller volloopt, omdat het water dan niet eerst via waterbergingsgebied Vughtse Gement hoeft.

Potentiële bijdrage wateropgave

De precieze effectiviteit is nog nader te onderzoeken, omdat het met name een betere sturing en timing oplevert. De grootte van de waterschijf in het Engelermeer blijft bij deze oplossingsrichting immers gelijk. De kosten worden ingeschat op ongeveer 10 miljoen.

Relatie tussen oplossingsrichtingen

Deze oplossing kan op termijn gecombineerd worden met de oplossingsrichting Bokhovense Polder.

Kansen meervoudig ruimtegebruik

Ontwikkeling van een natuurvriendelijk oever.

Aandachtspunten

- Huidige recreatie (o.a. fietspad).
- Aandacht voor risico van waterinlaat (via Bossche Sloot A59) zo dicht bij stedelijk gebied en met beperkte ruimte.
- In HoWaBo 1 is nagedacht over een alternatief, extra duikers onder de weg door. Deze optie kan ook meegewogen worden bij de verdere uitwerking.



30 Inlaat Engelermeer

Afvoeren

Door de afvoercapaciteit van waterwegen te vergroten en/of gemalen te plaatsen kan in tijden van extreme afvoer het water beter worden afgevoerd naar de Maas. De afvoercapaciteit bij extreme situaties is sterk verbonden met de afvoer uit het bovenstroomse systeem en wordt dan minder afhankelijk van waterstand van de Maas.

Er zijn vier oplossingsrichtingen denkbaar. Deze worden hieronder toegelicht.

Afvoeren

8. Realisatie gemaal Crèvecoeur

Pompcapaciteit toevoegen aan de spuisluis in de monding van de Dieze

Impact

50 m³/s
75 m³/s

18,3 miljoen m³
32,3 miljoen m³

Stichtingskosten

€79 miljoen
€108 miljoen

Levensduurkosten/jaar

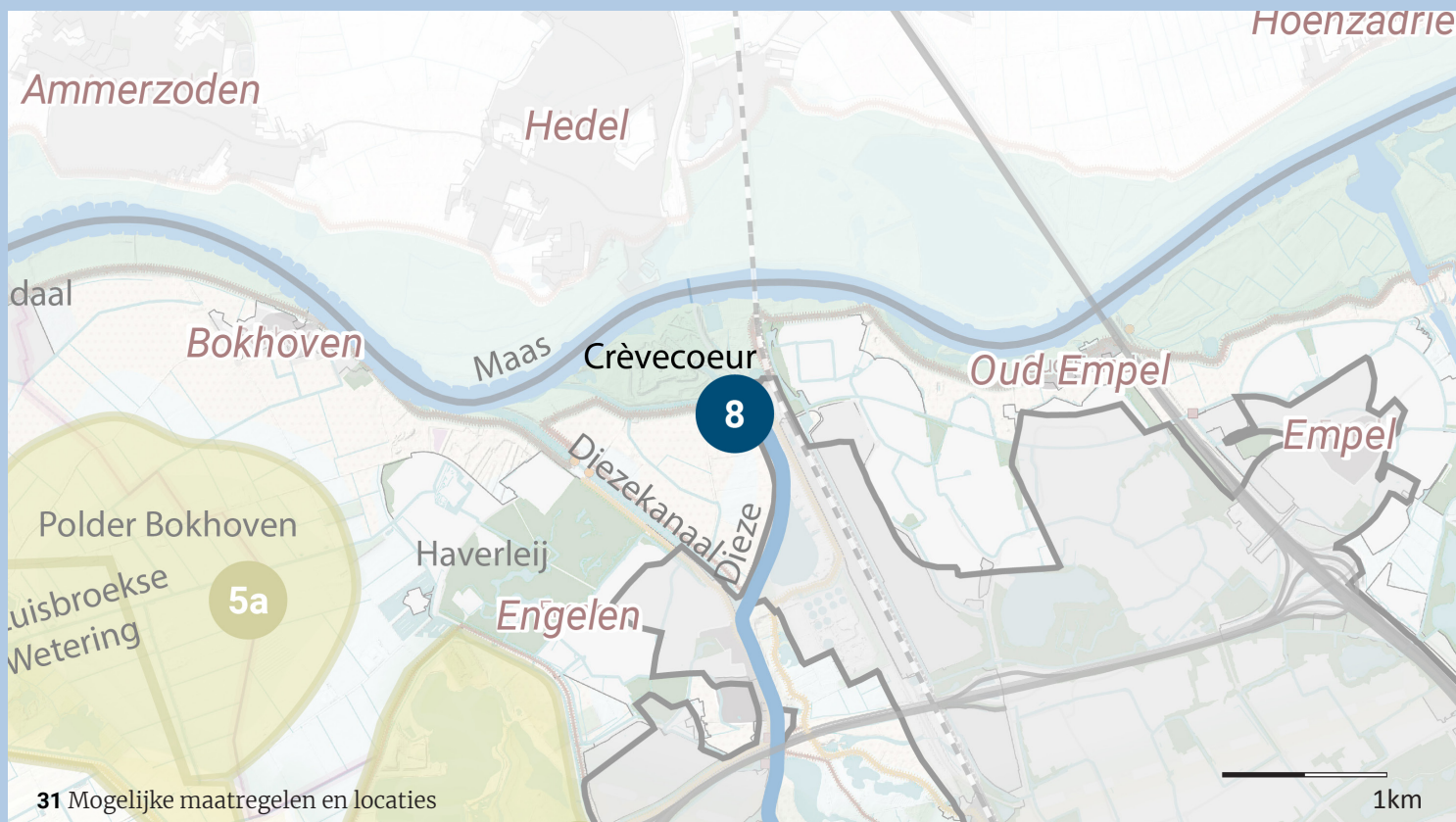
€414.000
€627.000

Kosten per miljoen m³

€4,32 miljoen
€6,13 miljoen

Realisatietermijn

5 jaar
5 jaar



Werking systeem

Door middel van spuisluis Crèvecoeur wordt de afvoer vanuit de stroomgebieden van de Dommel en de Aa richting de Maas gereguleerd. Het spuien gebeurt nu onder vrij verval. Ook zorgt Crèvecoeur ervoor dat bij lage aanvoer vanuit het regionaal systeem en bij lage waterstand van de Maas het water in de Dieze op peil blijft. Bij een hoge waterstand op de Maas wordt Crèvecoeur gesloten. Wanneer dit samenvalt met een grote aanvoer vanuit het regionale systeem, is nog steeds afvoer mogelijk via het Drongelens Kanaal. De afvoercapaciteit schiet echter tekort om het stijgen van de waterstand rond de stad te voorkomen. Met het bouwen van een gemaal zou ook bij deze omstandigheden Crèvecoeur water naar de Maas af kunnen voeren.

Potentiële bijdrage wateropgave

Het gemaal zou erg kansrijk kunnen zijn op het gebied van hydraulische effectiviteit. Denkbaar is een systeem dat opgebouwd kan worden uit modules van 25 m³/sec. Hierdoor kan robuust worden ontworpen en eventueel kunnen pompen in de toekomst worden bijgeplaatst of weggehaald. Uitgerekend is dat twee tot drie modules het meest effect hebben, dus een capaciteit van 50 m³ of 75 m³. De 50 m³/sec variant zou 18 miljoen kuub kunnen opleveren en die van 75m³/sec zelfs 32 miljoen kuub. Dat lost dus binnen de modelberekeningen een groot deel van de huidige opgave op.

Het bouwen van een gemaal is normaal gesproken een maatregel die alleen wordt uitgevoerd indien de overige oplossingsrichtingen niet toereikend zijn, o.a. vanwege hoge kosten.



32 Spuisluis Crèvecoeur

Maar het gemaal zorgt op korte termijn voor de grootste risicoreductie en is daarmee de enige effectieve maatregel op korte termijn (5 jaar). Het is realiseerbaar met relatief weinig hinder voor de omgeving. Ook liggen er kansen op het gebied van energieopwekking en beleefbaarheid verhogen van het nabijgelegen fort.

Daarnaast is het nodig om binnen het Hoogwaterberschermingsprogramma de dijken te verhogen. Crèvecoeur ligt in de dijk, waarvan de waterkerende functie geoptimaliseerd moet worden. Deze functie kan overgenomen worden door het nieuwe gemaal, waardoor de huidige spuisluis behouden kan blijven. Het is wel een relatief dure maatregel. Namelijk respectievelijk 79 en 108 miljoen euro. Vanwege deze hoge kosten is het plaatsen van 1 module van 25 m³/sec niet kosteneffectief.

Kansen meervoudig ruimtegebruik

- Bij de verdere uitwerking moet rekening gehouden worden met de huidige visie, natuurontwikkelingsplannen van de gemeente v.w.b. Henriëttewaard en HWBP dijkversterkingstraject Bokhoven-Lith betrokken worden.
- Bij normale afvoeren gemaal benutten als

turbine voor elektriciteitsopwekking.

- Waterkerende functie in het kader van HWBP onderbrengen bij een nieuw te bouwen gemaal.

Aandachtspunten

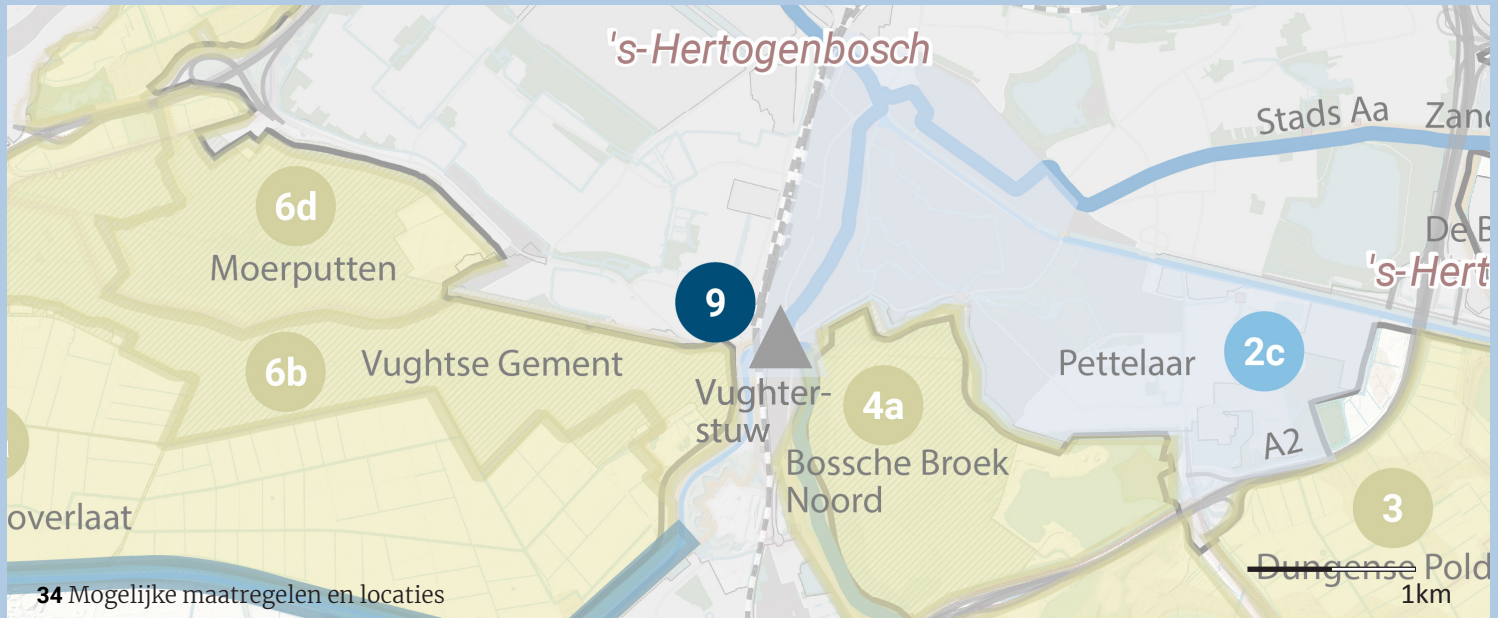
- Architectonisch concept en ontwerp van oud en nieuw ten opzichte van elkaar.
- Stikstofuitstoot bij realisatie.
- Stichting- en onderhoudskosten zijn groot o.b.v. kengetallen.
- Behoeft aan meer inzicht in gevolgen voor stedelijk gebied.
- Mogelijke afwenteling naar de Maas: onderzoeken. Dit speelt mogelijk pas op langere termijn, daarom is het belangrijk dat juist het belang voor korte termijn van deze maatregel wordt benoemd, én dat dus tegelijk andere maatregelen in gang moeten worden gezet.
- Afspraken nodig over wanneer gemaal in te zetten en de mogelijke gevolgen. Alleen bij HoWaBo-situaties of ook bij kleinere verhoging?
- Onderzoek naar gevolgen van inzet gemaal en hogere afvoeren in relatie tot ecologische doelen in het stroomgebied van Aa en Dommel.



9. Peilregulatie tussen Dommel en Aa

Knip in de Dommel ter plaatse van het Wilhelminaplein

Impact Regelbaar systeem	Stichtingskosten Onbekend	Levensduurkosten/jaar Onbekend	Kosten per miljoen m³ Onbekend	Realisatietermijn 5-10 jaar
------------------------------------	-------------------------------------	--	---	---------------------------------------



Werking systeem

Ten opzichte van de andere oplossingsrichtingen is 'peilregulatie' een bijzondere. De peilregulatie levert op zichzelf geen bijdrage aan de totale hoeveelheid water die verwerkt moet worden rond Den Bosch, maar zet in op een fundamentele knip tussen de stroomgebieden van de Dommel en de Aa. Door het realiseren van een flexibele knip ontstaat er de mogelijkheid het water van de Dommel en Aa te scheiden of samen te voegen. Elk stroomgebied krijgt hierdoor zijn eigen afvoer naar de Maas. Het achterliggende idee is dat door het scheiden van de twee afvoergolven het geheel beter stuurbaar wordt met afname van de kwetsbaarheid. Bij een peilscheiding, aan te leggen bij het Willemsplein, zou het water van de Aa via Crèvecoeur afgevoerd worden, en het water van de Dommel via het Drongelens Kanaal. In het verleden is het effect van een peilscheiding berekend, maar de voordelen waren niet zodanig dat deze maatregel op kon wegen tegen de aanleg van de bergingsgebieden van HoWaBo 1. Bovendien wordt het in stand houden van de huidige koppeling over het algemeen

als robuuster gezien, onder andere omdat in geval van ongelijkmatig verdeelde neerslag in beide stroomgebieden van dezelfde afvoer- en bergingsmogelijkheden gebruik gemaakt kan worden. Het is echter niet uitgesloten dat er met een peilscheiding een andere maatregelen set voor de HoWaBo 2.0 naar boven komt. Daarom wordt de peilscheiding vooralsnog in beeld gehouden.

Potentiële bijdrage wateropgave

De stroomgebieden van Dommel en Aa hebben hun eigen karakter. Uit de modelberekeningen blijkt dat in de referentiesituatie de piek van de afvoer vanuit de Aa eerder bij Den Bosch is dan die uit het stroomgebied van de Dommel. Op het moment dat Crèvecoeur sluit, is de afvoer vanuit de Aa al aan het dalen (zo'n 75m³/sec). Op hetzelfde moment is de afvoer vanuit de Dommel zo'n 125 m³/sec. Deze zal verder doorstijgen tot zijn maximum van zo'n 140 m³/sec. Op het moment dat de toevoer vanuit de regionale systemen zijn maximum bereikt van 210 m³/sec is hiervan circa 2/3 afkomstig van de Dommel en 1/3 van de Aa. De effectiviteit en



35 De Vughterstuw

inzetbaarheid vraagt nog om nadere uitwerking. Het is met name een sturingsinstrument dat in potentie effectief is als het de druk op het Drongelens Kanaal hoog kan houden en flexibel ingezet kan worden. Het doel en effect van deze maatregel is om langer te kunnen afvoeren naar de Maas. Als dat effect optreedt, is bijvoorbeeld minder gestuurde berging nodig.

Relatie tussen oplossingsrichtingen

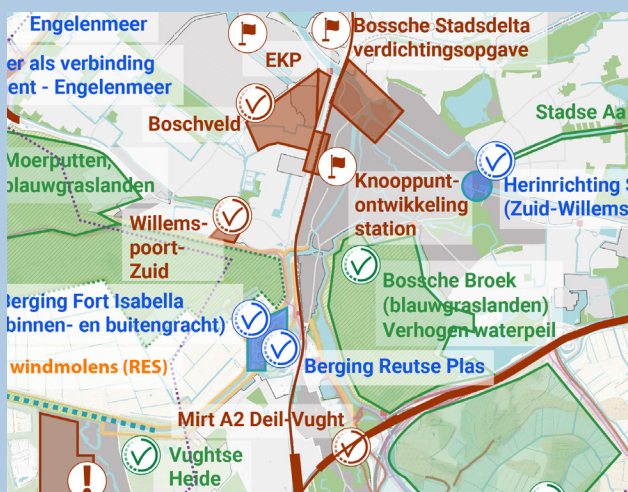
Er is mogelijk een relatie met de oplossingsrichting verhogen maatgevende waterstand. Met de realisatie van een sturingskunstwerk kan het peil van de Dommel mogelijk naar 5,2 m +NAP en dat van de Aa naar 4,9 m +NAP.

Aandachtspunten

- De werking van de Vughterstuw moet verder onderzocht worden bij deze oplossingsrichting, zodat de Dommel op het Drongelens Kanaal kan blijven afvoeren en tegelijkertijd gescheiden is van de Aa.
- Met een vaste scheiding koppel je de twee systemen van de Dommel en Aa los. De Aa kan dan benedenstrooms bij calamiteiten

nog maar op 1 punt afwateren op de Maas. Als het peilscheidingskunstwerk wordt ingericht als stuw dan speelt dit niet en kan een koppeling blijven. De wenselijkheid hiervan meenemen in verder onderzoek.

- Peilscheiding is niet effectief als de Aa voorbemaal wordt. Onderzocht moet worden of het zonder voorbemaaling wel effectief is. Uitwerking in samenhang met de oplossingsrichting Hoger Peil, inlaat Bokhovense Polder en Crèvecoeur noodzakelijk.
- Grote impact op beplanting van de kanaaldijken en omgeving, welke ook N2000 zijn.
- Hoe omgaan met bruggen over het kanaal en bestaande infrastructuur? Ook i.r.t. calamiteiten en de EBI.
- Het stedelijk watersysteem van Heusden en Vught loost onder vrij verval op het Drongelens Kanaal. Er zal bekeken moeten worden wat de effecten van deze oplossingsrichting hierop zijn.

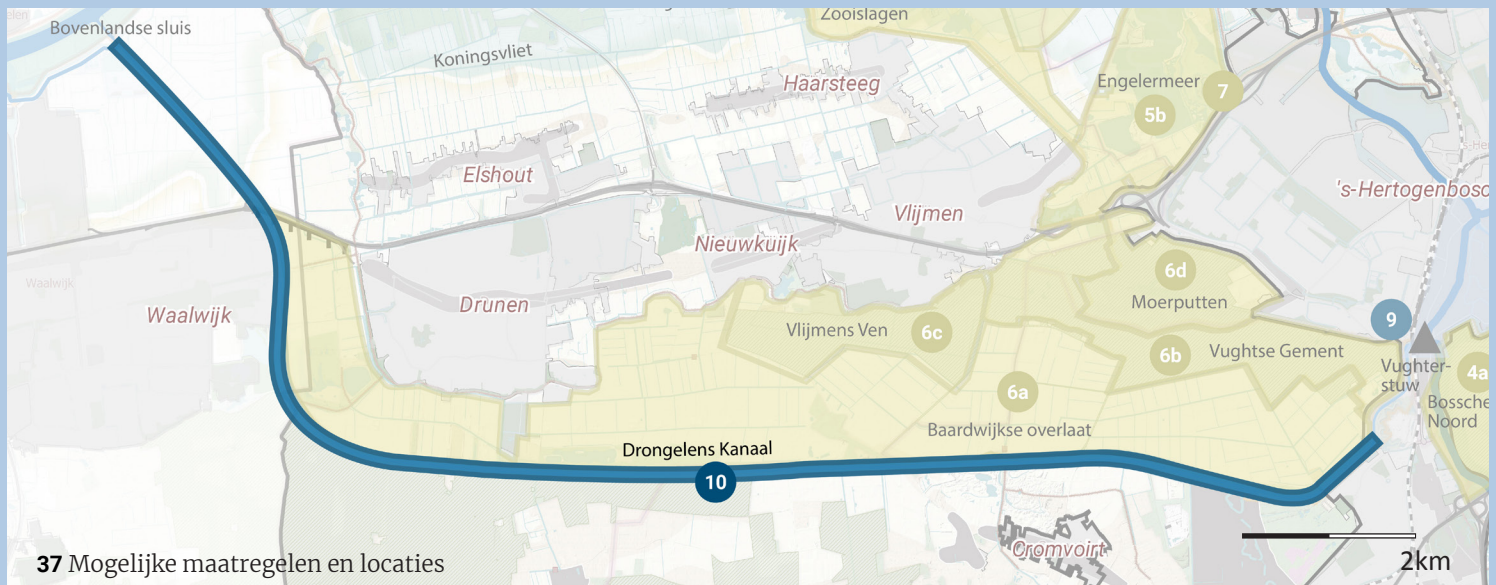


36 Ontwikkelingen

10. Vergroten Drongelens Kanaal

Vergroten afvoercapaciteit door profielverruiming, hoger peil, of een meestromende waterberging

🚰 Impact	€ Stichtingskosten	€ Levensduurkosten/jaar	€ Kosten per miljoen m ³	🕒 Realisatietermijn
19 miljoen m ³	€216 miljoen	€36.000	€11,37 miljoen	10-20 jaar



Werking systeem

De omgeving van het Wilhelminaplein is een echte waterknoop. De Dommel stroomt vanaf de rand van het Bossche Broek de stad in. Hier begint ook het Drongelens Kanaal. Dit kanaal is begin vorige eeuw aangelegd als alternatieve afvoerroute voor de Dommel en de Aa, in geval van hoge waterstanden op de Maas. En hiervoor dient het kanaal nog steeds. De spuilsuis van het Drongelens Kanaal, de Bovenlandse Sluis ligt immers verder benedenstrooms en heeft daardoor met een lagere Maaswaterstand te maken. De waterafvoercapaciteit van het Drongelens Kanaal is veel kleiner dan die van Crèvecoeur en bovendien ook sterk afhankelijk van het waterstandsverschil tussen binnen- en buitendijks. Het kanaal is zo'n 35 meter breed, op de waterlijn gemeten. Boven deze waterlijn is er nog een zogenaamde 'winterbak'. De afstand tussen de kades, en dus de breedte van deze winterbak, is zo'n 60 meter. Uit de modelberekeningen in het HoWaBo-scenario blijkt dat de afvoer door het Drongelens Kanaal ongeveer 1/3 deel van het aangevoerde debiet uit het regionale systeem voor zijn rekening neemt. Op het moment dat Crèvecoeur sluit, wordt via het Drongelens Kanaal

zo'n 60 m³/sec afgevoerd. Er is echter ook te zien dat dit (langzaam) oploopt tot zo'n 100 m³/sec als de waterstand bij Den Bosch het peil van 4,90 m NAP bereikt heeft. Theoretisch kan dit oplopen tot 120 m³/sec bij een waterhoogte van 5,63 m NAP bij de Vughterstuw.

Potentiële bijdrage wateropgave

Het verhogen van de afvoer via het Drongelens Kanaal zou erg effectief zijn en kan 19 miljoen kuub water opleveren, maar om het te realiseren met damwanden is kostbaar. Denk bijvoorbeeld aan het effect op de infrastructuur zoals bruggen over het kanaal. Een vergroting van de afvoer (bijvoorbeeld met het aanpassen van de vooroevers) zonder het verhogen van de kades is mogelijk, maar dit heeft ruimtelijke consequenties voor bijvoorbeeld de kades aan de Natura 2000-zijde. De gemeente Vught heeft veel grond in eigendom wat mogelijkheden geeft voor verruiming. Een andere mogelijkheid voor deze oplossingsrichting zou een booster gemaal in het kanaal zijn, of een nevengeul/groene rivier ernaast. Er moet onderzocht worden welke opties optimaal zijn.



38 Het Drongelens Kanaal



39 Bestaand sluisje aan het Drongelens Kanaal (fietspad) tegenover De Leij

Relatie tussen oplossingsrichtingen

- Het accepteren van een hoger peil bij de Vughterstuw is gunstig voor de afvoercapaciteit van het Drongelens kanaal zonder aanvullende inrichtingsmaatregelen rond het Drongelens Kanaal.
- Baardwijkse Overlaat berging.

Kansen meervoudig ruimtegebruik

- Kanaalverbreding in combinatie met verondieping om het aantrekken van kwel vanuit de Drunense Duinen tegen te gaan. Systemherstel ten gunste van natuur en ter bestrijding van verdroging.
- Er liggen ook kansen op het gebied van natuur en landschap, cultuurhistorie en stikstof.
- Aanleg nieuwe noordelijke kanaaldijk als (compartimenterings)dijk t.o.v. nieuwe waterberging in de Baardwijkse Overlaat.
- Benutten profielverruiming voor realisatie EVZ.

Aandachtspunten

- Impact op het kanaal als historisch waterwerk, inclusief sluisen en gemalen.
- Grote impact op beplanting van de kanaaldijk-

ken en omgeving, welke ook N2000 zijn.

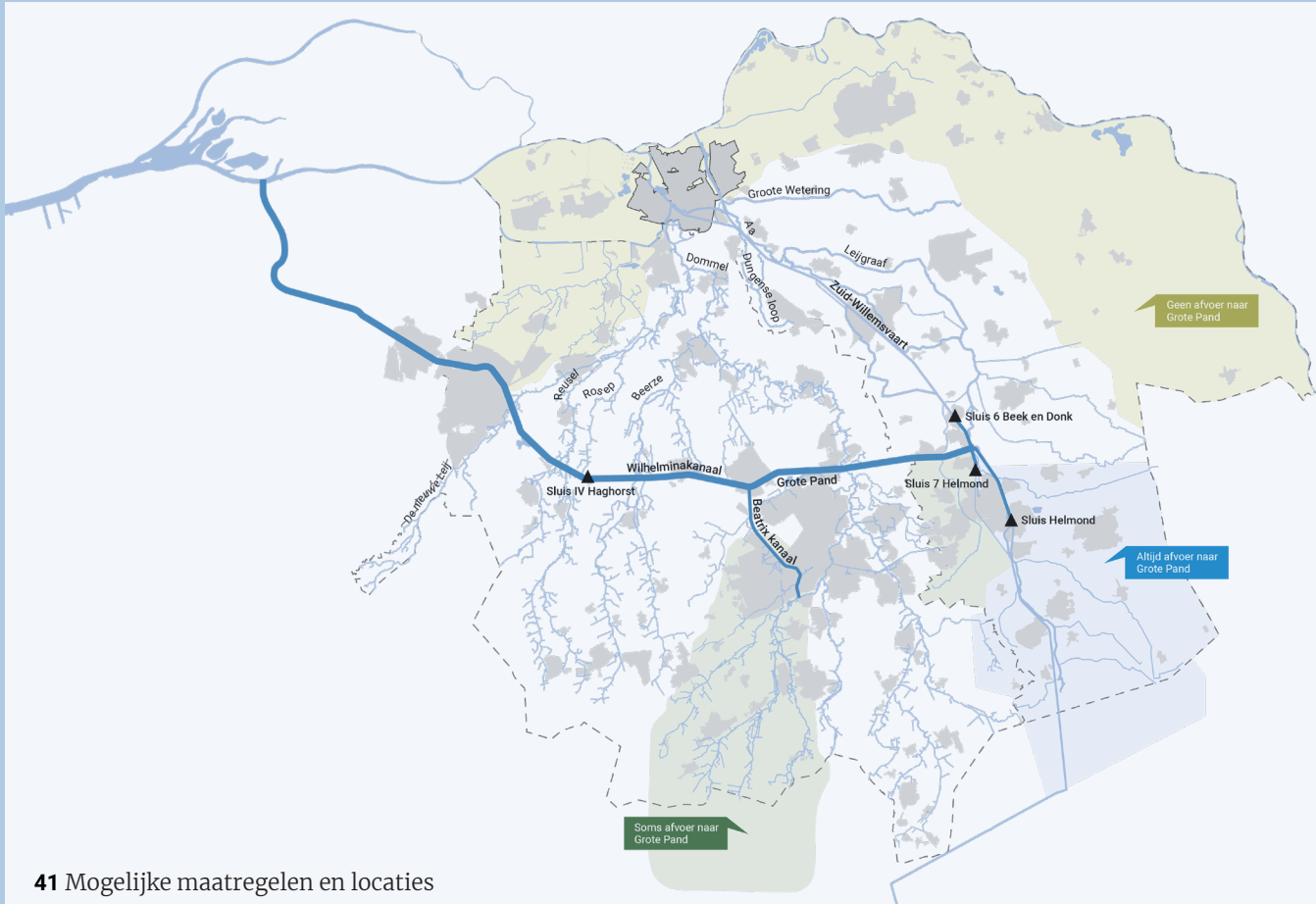
- Hoe omgaan met bruggen over het kanaal en bestaande infrastructuur? Ook i.r.t. calamiteiten en de EBI.
- Onderzoek in hoeverre de dijken van het kanaal een hoger peil aankunnen (sterkte).
- Onderzoeken relatie met plan waterberging Lunetten.
- Het stedelijk watersysteem van Heusden en Vught lost onder vrij verval op het Drongelens Kanaal. Er zal bekeken moeten worden wat de effecten van deze oplossingsrichting hierop zijn.
- In potentie heeft deze maatregel veel effect. De vraag is of dit effect ook bereikt kan worden als de capaciteit van het Drongelens Kanaal op een natuurvriendelijke manier wordt vergroot.
- Extra afvoeren via Drongelens Kanaal lijkt kansrijk, maar manier waarop dient nog onderzocht te worden. Een groene rivier, een aanpassing van het profiel (binnen huidige kades) of een boostergemaal lijken goede opties. Damwanden worden ook onderzocht. Daarvan zijn de hoge kosten al bekend.



40 Ontwikkelingen

11. Extra afvoer via Wilhelminakanaal

🌊 Impact	€ Stichtingskosten	€ Levensduurkosten/jaar	€ Kosten per miljoen m ³	🕒 Realisatietermijn
Onbekend	Ombekend	Onbekend	Onbekend	Onbekend

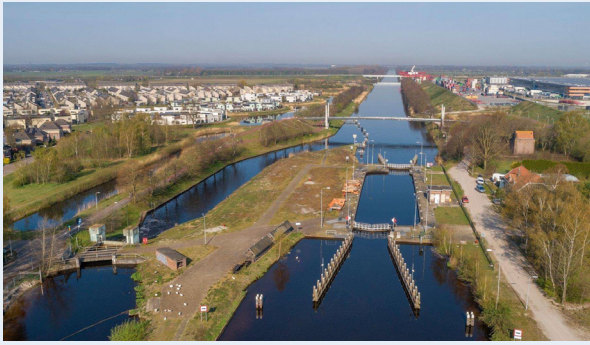


41 Mogelijke maatregelen en locaties

Werking systeem

Deze oplossingsrichting houdt in dat de neerslag die in het bovenstroomse deel van de Aa en Dommel valt wordt afgevoerd via de Brabantse kanalen en niet richting Den Bosch stroomt. Water uit bovenstroomse deelgebieden van de Aa en Dommel komen samen in het Grote Pand. Het Grote Pand is onderdeel van de Midden-Limburgse en Noord-Brabantse kanalen: het is een verbinding tussen de Zuid-Willemsvaart en het Wilhelminakanaal tussen Sluis Helmond, Sluis 7 van de traverse Helmond, Sluis 6 bij Beek en Donk en sluis IV bij Haghorst. Het Beatrixkanaal, wat ten westen van Eindhoven in verbinding staat met het Wilhelminakanaal, hoort ook bij het Grote Pand.

Er zijn al een paar opties verkend om de afvoer te vergroten, namelijk: sneller afvoeren, gebruik van Grote Pand als berging, kades grote pand verhogen, het Wilhelminakanaal zelf verbreden en verdiepen, de capaciteit van sluis IV vergroten en de capaciteit van Sluis 6 in de Zuid-Willemsvaart verkleinen. Uit deze onderzoeken blijkt dat het vergroten van de afvoercapaciteit door de spuiwerken van het Grote Pand te vergroten geen effectieve oplossing is, omdat de weerstand van het kanaal de beperkende factor is. Door de weerstand in het (35 km lange en smalle) Grote Pand, kan er maar een kleine hoeveelheid meer water afgevoerd worden. Duidelijk is dat het vergroten van de spuiwerken geen oplossing voor de HoWaBo-problematiek is. Het maximaal bergen van water in het Grote



42 Het Wilhelminakanaal



43 Het Wilhelminakanaal

Pand biedt wel perspectief. Hiervoor is het noodzakelijk dat een aantal nog te definiëren keringen wordt opgehoogd en aanpassingen worden gedaan in het Grote Pand zelf.

Potentiële bijdrage wateropgave

De potentiële bijdrage aan de wateropgave is nog niet duidelijk. Daarvoor dienen nog een aantal studies uitgevoerd te worden. Om te weten of deze maatregelen haalbaar zijn, hoe effectief ze zijn en voor meer inzicht in de kosten is vervolgonderzoek nodig naar onder andere: de keringen plus toetsing aan de hand van nieuw toetspeil, het Beatrixkanaal, de gevolgen waterstandsverhoging als gevolg van buffering aflatwerken waterschappen en de scheepvaartontwikkelingen op het Wilhelminakanaal. De eerste indicatie is dat het 5 miljoen kuub extra afvoer en 1 miljoen kuub extra berging kan opleveren. Dit heeft wel mogelijke gevolgen voor de afwatering van Eindhoven.

Relatie tussen oplossingsrichtingen

- Bovenstrooms vasthouden.

Kansen meervoudig ruimtegebruik

- Nog niet in beeld.

Aandachtspunten

- Vereist samenwerking met RWS en afstemming over inzet tijdens hoogwatersituaties i.r.t. economisch gebruik van de kanalen.
- Een belangrijke nuancering van de conclusies is dat het potentiële effect van de maatregelen in de praktijk mogelijk veel groter is dan nu uit de modelstudie naar voren komt. De timing van de randvoorwaarden is een worst-case situatie. Het is waarschijnlijk dat er meer tijd zit tussen de piek van de afvoergolf (bovenstroomse debieten), en de piek van de Maasgolf (benedenstroomse waterstanden), waardoor het watersysteem mogelijk beter in staat is water af te voeren. In het algemeen geldt ook dat de maatregelen potentieel een grotere effectiviteit hebben omdat de sturing nu wordt ingezet op het moment dat de aanvoer groter is dan capaciteit, en als de waterstanden op het grote Pand te hoog worden. In de praktijk kan echter eerder worden geanticipeerd op een afvoergolf.
- Verhoogde waterstanden op het Grote pand, met name aan de oostzijde rondom Helmond (Zuid-Willemsvaart) kan zorgen voor te lange/hoge stremmen van afvoer vanuit de Vossenbeemd en Scheepstal, wat voor wateroverlast kan zorgen in de woonwijken daar.

Conclusie:

Potentiële bijdrage en ontwikkeltijd van oplossingsrichtingen

De verandering van het klimaat maakt dat we ons steeds moeten blijven aanpassen, nu en straks. Afgelopen jaren is al veel ruimte gemaakt voor water, maar in geval van nood moeten we nog zeker 36 miljoen kubieke meter water in de regio kunnen opvangen. De waterschappen, gemeenten, provincie en Rijkswaterstaat slaan daarom de handen ineen en werken samen aan de verkenning van alle 11 kansrijke bouwstenen die in dit boekje benoemd zijn. Die uitwerking geeft ons inzicht in de maakbaarheid, haalbaarheid en betaalbaarheid van de oplossingen.

Potentiële bijdrage

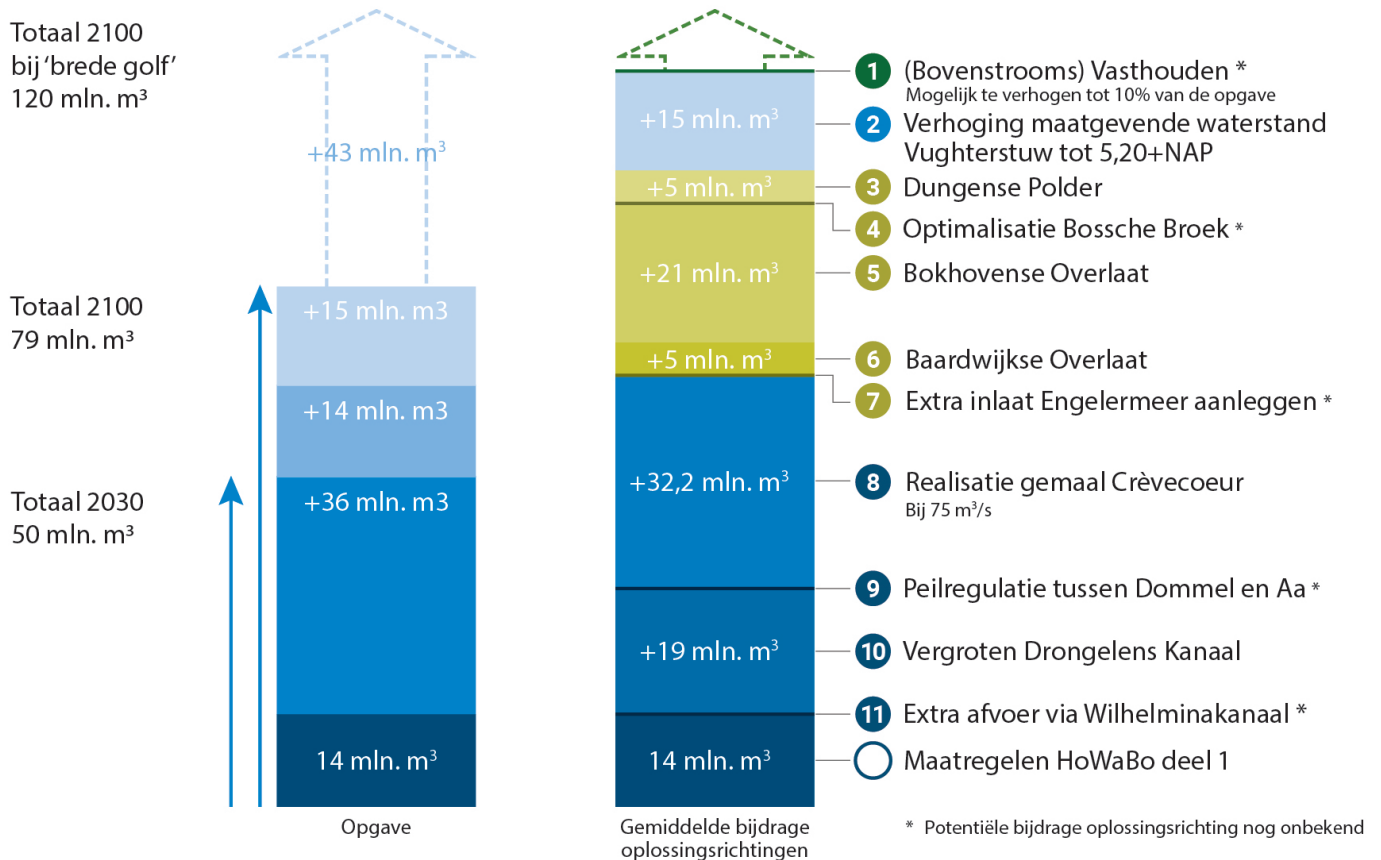
In onderstaande grafiek is weergegeven wat de potentiële bijdrage is van de 11 oplossingsrichtingen gebaseerd op de modelberekeningen uit het rapport Hydraulische effectiviteit HOWABO 2.0 van RoyalHaskoningDHV. In de toekomst kunnen nieuwe oplossingen toegevoegd worden als er nieuwe inzichten ontstaan of nieuwe kansen zich voordoen. Wellicht zullen bij de uitwerking ook maatregelen of oplossingsrichtingen afvallen, wanneer deze slecht uitvoerbaar blijken of minder effectief dan verwacht.

	⑥ Impact	€ Stichtingskosten	€ Levensduurkosten/jaar	€ Kosten per miljoen m ³	Ⓢ Realisatietermijn
1	10%* van de opgave	Onbekend	Onbekend	Onbekend	30 jaar
2	15 miljoen m ³ (bij 5,2 +NAP)	€ 3,6 miljoen	€ 30.000	€ 240.000	< 10 jaar
3	5 miljoen m ³	€ 18,2 miljoen	€ 10.000	€ 3,64 miljoen	5-10 jaar
4	Regelbaar systeem	€ 13,2 miljoen	€ 2.000	Onbekend	5-10 jaar
5	21 miljoen m ³	€ 31,7 miljoen	€ 2.300	€ 1,51 miljoen	10-20 jaar
6	5 miljoen m ³ (bij 3,2 +NAP)	€ 14,7 miljoen	€ 1.000	€ 2,94 miljoen	10-20 jaar
7	Regelbaar systeem	€ 9,7 miljoen	€ 1.000	Onbekend	5 jaar
8	18,3 miljoen m ³	€ 79 miljoen	€ 414.000	€ 4,32 miljoen	5 jaar
75 m ³ /s	32,2 miljoen m ³	€108 miljoen	€ 627.000	€ 6,13 miljoen	5 jaar
9	Regelbaar systeem	Onbekend	Onbekend	Onbekend	5-10 jaar
10	19 miljoen m ³	€ 216 miljoen	€ 36.000	€ 11,37 miljoen	10-20 jaar
11	Onbekend	Onbekend	Onbekend	Onbekend	Onbekend

44 Tabel oplossingsrichtingen

* blijkt uit een eerste grove berekening

1. (Bovenstrooms) Vasthouden 2. Verhoging maatgevende waterstand Vughterstuw tot 5,20+NAP
 3. Dungense Polder 4. Optimalisatie Bossche Broek 5. Bokhovense Overlaat 6. Baardwijkse Overlaat
 7. Extra inlaat ENgelmeer aanleggen 8. Realisatie gemaal Crèvecoeur 9. Peilregulatie tussen Dommel en Aa
 10. Vergroten Drongelens Kanaal 11. Extra afvoer via Wilhelminakanaal

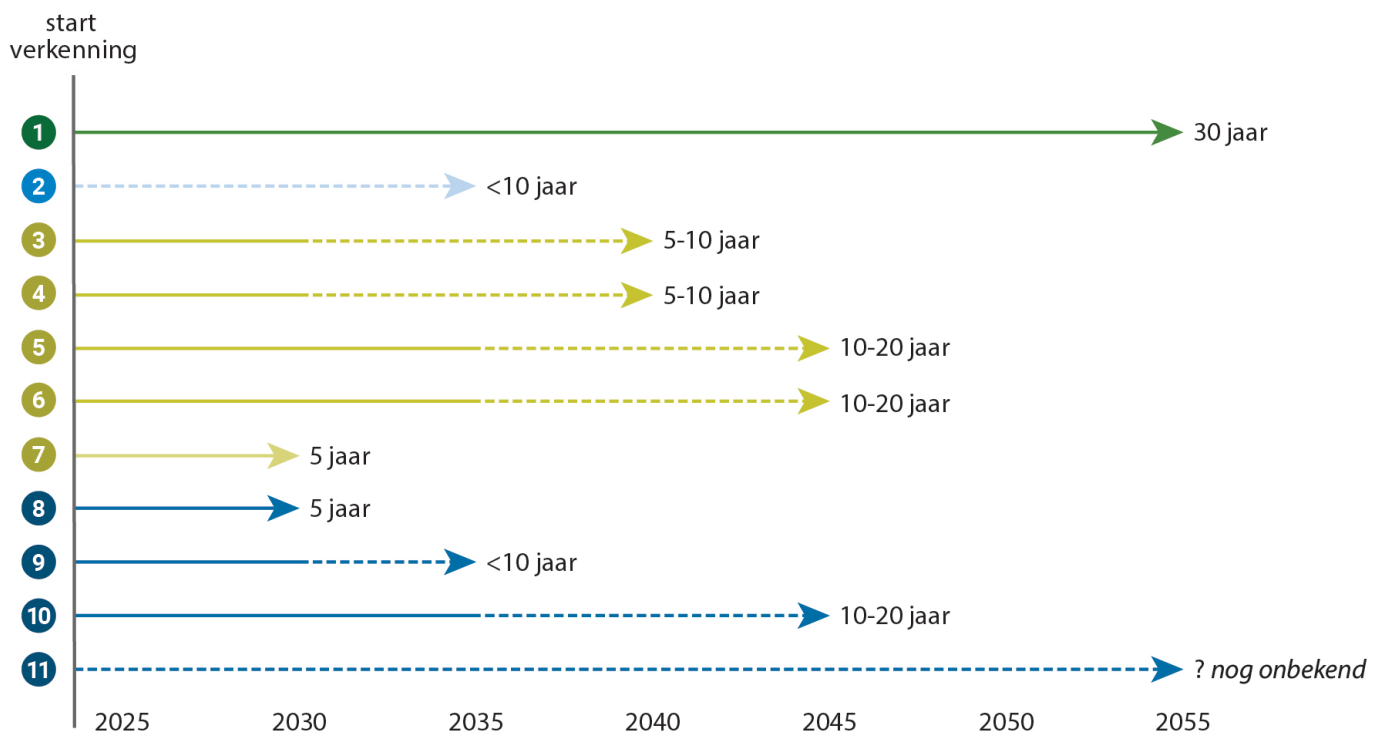


45 Grafiek met potentieel bergend vermogen van de oplossingsrichtingen in miljoen kuub

Gezien de zeer grote opgave die er ligt is het aannemelijk dat een selectie van oplossingsrichtingen onvoldoende zal zijn om de opgave voor nu en in de toekomst in te vullen. De verwachting is dat een mix van oplossingen uit alle componenten van de strategie nodig zijn om tot een robuuste invulling te komen van de opgave. Vasthouden, infiltreren en peilverhoging zijn maatregelen die pas op lange termijn effect sorteren, maar vanuit de gedachte vasthouden-bergen-afvoeren wel de gewenste denkrichting zijn. Om op termijn effect te hebben, moeten er nu maatregelen worden genomen. Alles alleen oplossen met bergen lijkt niet mogelijk door de beperkte ruimte in de omgeving van 's-Hertogenbosch. Een koppeling met andere opgaven zoals verdroging en natuurherstel biedt mogelijkheden, maar ook andere oplossingsrichtingen zijn waarschijnlijk nodig. Alles technisch oplossen is ook niet voorstelbaar gezien de kosten, maar kan op korte termijn wel een groot deel van de huidige opgave oplossen. Kortom, we zullen alle oplossingen in meer of mindere mate nodig hebben om gesteld te blijven staan voor nu en in de toekomst.

Ontwikkeltijd van oplossingsrichtingen

We bouwen samen met alle partners aan een langdurige samenwerking. Tijd is een belangrijk aspect, omdat de uitwerking en realisatie van bepaalde oplossingen veel tijd vraagt. Het is daarom essentieel om op korte termijn met alle oplossingsrichtingen te starten. Naast het nemen van maatregelen waarvan de implementatie tijd kost of pas op lange termijn effect hebben, zullen er ook maatregelen genomen worden die sneller beschikbaar of mogelijk wat technischer van aard zijn, zoals de realisatie van een gemaal of het tijdelijk parkeren van water in een berging. Alleen dan is het haalbaar om de noodzakelijke opgave zo snel mogelijk gerealiseerd en effectief te hebben en tegelijk te bouwen aan de toekomstige opgave.



46 Grafiek met de verwachten realisatietermijn van de verschillende oplossingsrichtingen

Volgende fase

Alle mogelijke oplossingen worden in een volgende fase verder verdiept op haalbaarheid, betaalbaarheid en maakbaarheid. Er kunnen oplossingsrichtingen afvallen, maar ook worden toegevoegd. Dit doen we samen met inwoners, maatschappelijke organisaties, bedrijven en andere belanghebbenden, zodat hun input de oplossingsrichtingen verder kan verrijken.

Besluiten over de maatregelen worden pas genomen na overleg met betrokkenen. Wie een besluit neemt is afhankelijk van de maatregel. Dat kan een gemeente, de provincie Noord-Brabant, Rijkswaterstaat, waterschap Aa en Maas of waterschap de Dommel of een combinatie van die partijen zijn.

Bovendien zal het ons leren of de hoogwateropgave op te lossen is met het nemen van maatregelen, of dat we zullen moeten accepteren dat we moeten leven met wateroverlast. Uiteindelijk zit er een grens aan maakbaarheid. En die grens wordt mede bepaald door wat we er met elkaar voor over hebben. Genoeg dus om nu verder mee aan de slag te gaan; samen met partners en de omgeving.

Het programma HoWaBo en de Stuurgroep bewaken de samenhang tussen de oplossingsrichtingen en het halen van de overkoepelende doelstelling.



47 Procesbeeld verkenning van bouwstenen

bijlage 1

De opgave verdiept

Een bijzondere relatie met het water

Rond 's-Hertogenbosch komt het water uit de stroomgebieden van de Dommel en de Aa samen, voordat het afgevoerd wordt op de Maas. Van oudsher heeft 's-Hertogenbosch, dat in een laag en moerasrijk gebied ligt, een bijzondere relatie met het water. Overstromingen waren hier ooit een bekend verschijnsel. De strategische positie dankte de stad ook aan de lage ligging en de mogelijkheid een verdedigingslinie rond te stad aan te leggen, met forten en waterrijke gebieden. Maar ook in het recentere verleden hebben overstromingen plaatsgevonden. In 1995 kon het watersysteem de grote hoeveelheid neerslagwater uit het stroomgebied niet voldoende verwerken. Overstromingen rond 's-Hertogenbosch waren het gevolg. Vooral het beeld van de ondergelopen snelweg A2 is inmiddels iconisch en symbool voor de noodzaak van een structurele aanpak van het hoogwater.



48 Wateroverlast 's-Hertogenbosch 1995. Max van Noorden surfend over de ondergelopen A2. Foto door John Claessens.

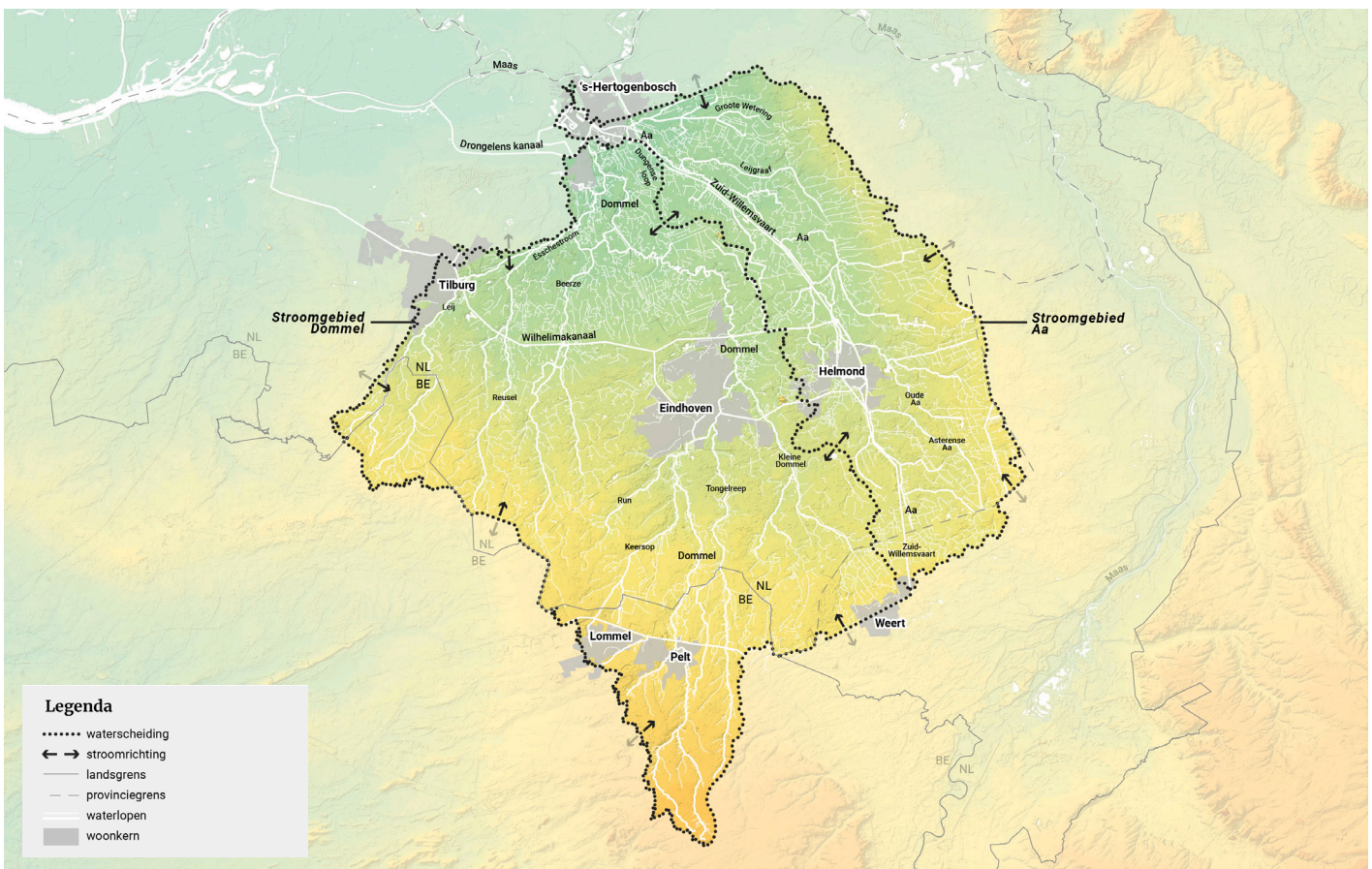
Samenwerken aan de Hoogwateraanpak Brabant-Oost

Na de overstromingen van 1995 werkten Waterschap Aa en Maas en Waterschap De Dommel samen met gebiedspartners aan de Hoogwateraanpak Den Bosch (HoWaBo 1).

Hoofdpijnen uit deze aanpak betroffen:

- De kans dat 's-Hertogenbosch opnieuw te maken zal krijgen met een situatie zoals in 1995 moest verkleind worden naar maximaal eens per 150 jaar
- Er zijn een aantal (gestuurde) waterbergingsgebieden rond 's-Hertogenbosch ingericht door beide waterschappen samen met de gebiedspartners
- De laagste delen van de beekdalen en ook een aantal andere lage gebieden zijn begrensd als regionaal waterbergingsgebied
- Naast deze waterbergingsgebieden zijn er ook reserveringsgebieden voor waterberging benoemd

Behoud van het waterbergend vermogen in de regionale waterbergingsgebieden en de reserveringsgebieden voor waterberging wordt geborgd via de Interim Omgevingsverordening. Ook de normen voor overstroming zijn hierin vastgelegd.

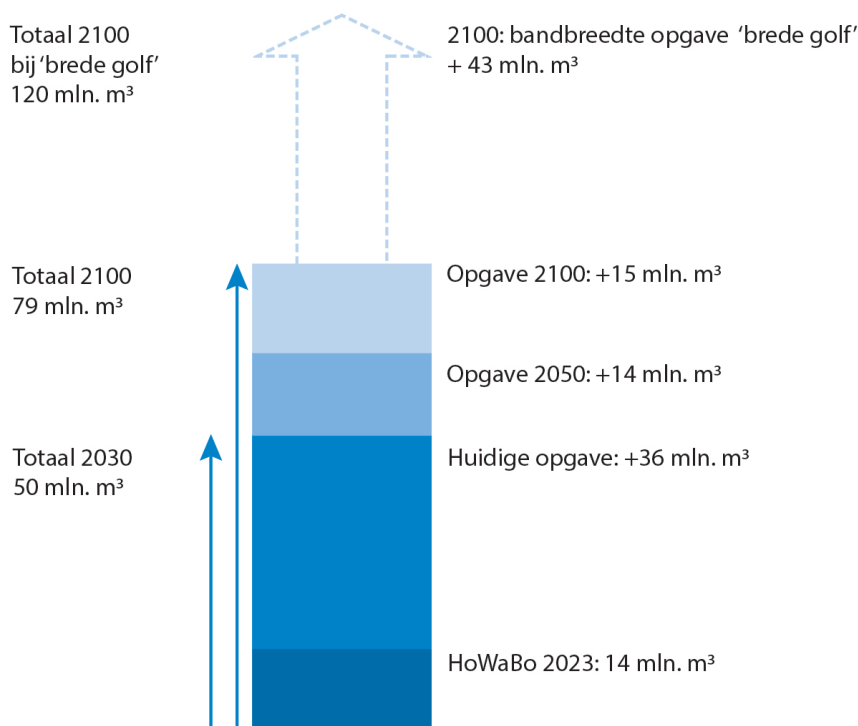


Een nieuwe uitdaging

Waterschappen Aa en Maas en De Dommel hebben in 2019-2020 een verkenning gedaan naar de gevolgen van klimaatverandering op de waterstanden. De hoeveelheid neerslag neemt toe. Onder normale omstandigheden kan het watersysteem rond 's-Hertogenbosch deze toegenomen hoeveelheid regenwater uit het regionale systeem verwerken zonder overstroming of schade. Uit berekeningen blijkt echter dat de huidige Maaswaterstanden al zo'n 25 tot 35 centimeter hoger zijn dan eerder. De kans dat een grote afvoer vanuit de beken samenvalt met een langdurig hoge waterstand op de Maas is toegenomen.

In deze omstandigheden kan het teveel aan water niet naar de Maas worden afgevoerd, met overstroming als gevolg. In het meest ongunstige scenario kunnen ook woonwijken en de A2 overstromen. De kans dat zo'n scenario optreedt is klein, namelijk eens in de 150 jaar, maar als dit gebeurt, zijn de schadegevolgen zeer groot. De mogelijke schade wordt op dit moment geschat op 150-500 miljoen euro.

Uit de hoogwatertoets blijkt dat er in de periode tot 2030 ongeveer 50 miljoen kuub water opgevangen moet worden om overstromingen te voorkomen. Met eerdere maatregelen uit het project HoWaBo 1 is ruimte gerealiseerd voor het opvangen van 14 miljoen kuub water. Dat betekent dat we nog oplossingen moeten zoeken voor 36 miljoen kuub water. Deze 36 miljoen is een benadering met een bandbreedte tussen de 30 en de 40



50 Verbeelding van de opgave berging voor de Hoogwaterbescherming van 's-Hertogenbosch en omgeving

miljoen kuub. Aanvullend is een klimaatscenario van 2050 en een doorkijk naar 2100 doorgerekend. Bovenop de 36 miljoen kuub tot 2030 is de verwachting dat er nog eens 14 miljoen kuub tot 2050 aan bergend vermogen nodig is. Dit kan zelfs oplopen met nog eens 15 miljoen kuub extra tot 2100. Hiermee komt de totale restopgave op respectievelijk 50 miljoen kuub in 2050 en mogelijk 65 miljoen kuub waterbergend vermogen in 2100 neer. Deze hoeveelheden kunnen in de toekomst nog groter worden indien de klimaatscenario's naar boven worden bijgesteld.

Tot slot wordt er in de klimaatscenario's uitgegaan van een zogeheten gestandaardiseerde hoogwatergolf voor de Maas. Hierin zit echter een bandbreedte. Het maximale scenario gaat uit van een zogehete 'brede golf' in de Maas, welke veel langer aanhoudt. Dit zorgt voor een langere sluiting van Crèvecoeur. En hoe langer Crèvecoeur dicht is, hoe langer er geen water vanuit de Dommel en Aa naar de Maas kan en hoe groter dus de opgave wordt.

bijlage 2

Proces van 50 bouwstenen naar 11 oplossingsrichtingen

Trechtering

De 50 bouwstenen uit het 'Bouwstenenboek HoWaBo 2.0' zijn via een zorgvuldig afwegingsproces getrechterd tot 11 oplossingsrichtingen. Een beknopte toelichting:

1. Het Bouwstenenboek uit februari 2022 met ongeveer 50 bouwstenen diende als basis voor de afweging. De maatregel Wilhelminakanaal is toegevoegd aan deze lijst.
2. Eerste beoordeling op basis van expert judgement. Met technische en ruimtelijke collega's van alle gebiedspartijen en enkele analyses op hoofdlijnen is een eerste schifting gemaakt in de bouwstenen.
3. Tweede beoordeling via een doorrekening door adviesbureaus. De overgebleven bouwstenen zijn doorgerekend op de effecten in kuubs (hydraulische effectiviteit) en kosten (investeringskosten, levensduurkosten en schade bij inzet). Dit heeft een tweede schifting opgeleverd.
4. Doorrekening maatregelen voor de Maas. In het kader van de IRM-pilot zijn 8 aanvullende maatregelen voor de Maas doorgerekend.
5. Derde beoordelingsronde. Na bespreking van alle onderzoeken is tot een definitieve lijst kansrijke bouwstenen gekomen. Een aantal bouwstenen zijn samengevoegd en een aantal zijn afgefallen. Resultaat is een lijst van 11 (samengevoegde) bouwstenen welke we nu oplossingsrichtingen noemen.

bijlage 3

Bodem en water

sturend voor

andere (ruimtelijke)

ontwikkelingen

De klimaatopgave laat zien dat een robuust watersysteem en een vitale bodem van groot belang zijn voor de oplossing. Een werkend watersysteem is voorwaarde voor het wonen, werken en leven in grote delen van Nederland en zo ook in de omgeving van 's-Hertogenbosch. Het letterlijk ruimte geven aan dat watersysteem en het inbouwen van flexibiliteit zijn daarvoor cruciaal. De kamerbrief 'Bodem en Water Sturend' onderstreept deze behoefte. De gebruiksfuncties zullen meer gaan inspelen op de uitgangspunten van het watersysteem.

Dat betekent niet dat er geen andere ontwikkelingen mogelijk zijn. Watermaatregelen staan immers nooit op zichzelf, maar verhouden zich tot de karakteristiek van een gebied, tot het huidige landgebruik en tot de andere ruimtelijke opgaven en wensen ten aanzien van de toekomstige inrichting. Nieuwe ontwikkelingen zijn daarom op zijn minst afgestemd op het nieuwe watersysteem en dragen bij voorkeur bij aan de oplossingsrichtingen.

Dit biedt in veel gevallen een kans en kan zelfs tot extra kwaliteit leiden. Het verleden, waarin veel meer dan tegenwoordig 'met het water geleefd werd', kan daarbij een dankbare inspiratiebron vormen. Hiermee wordt een logische stap gezet op weg naar de toekomst.

In dit deel wordt nader ingegaan op andere ontwikkelingen.

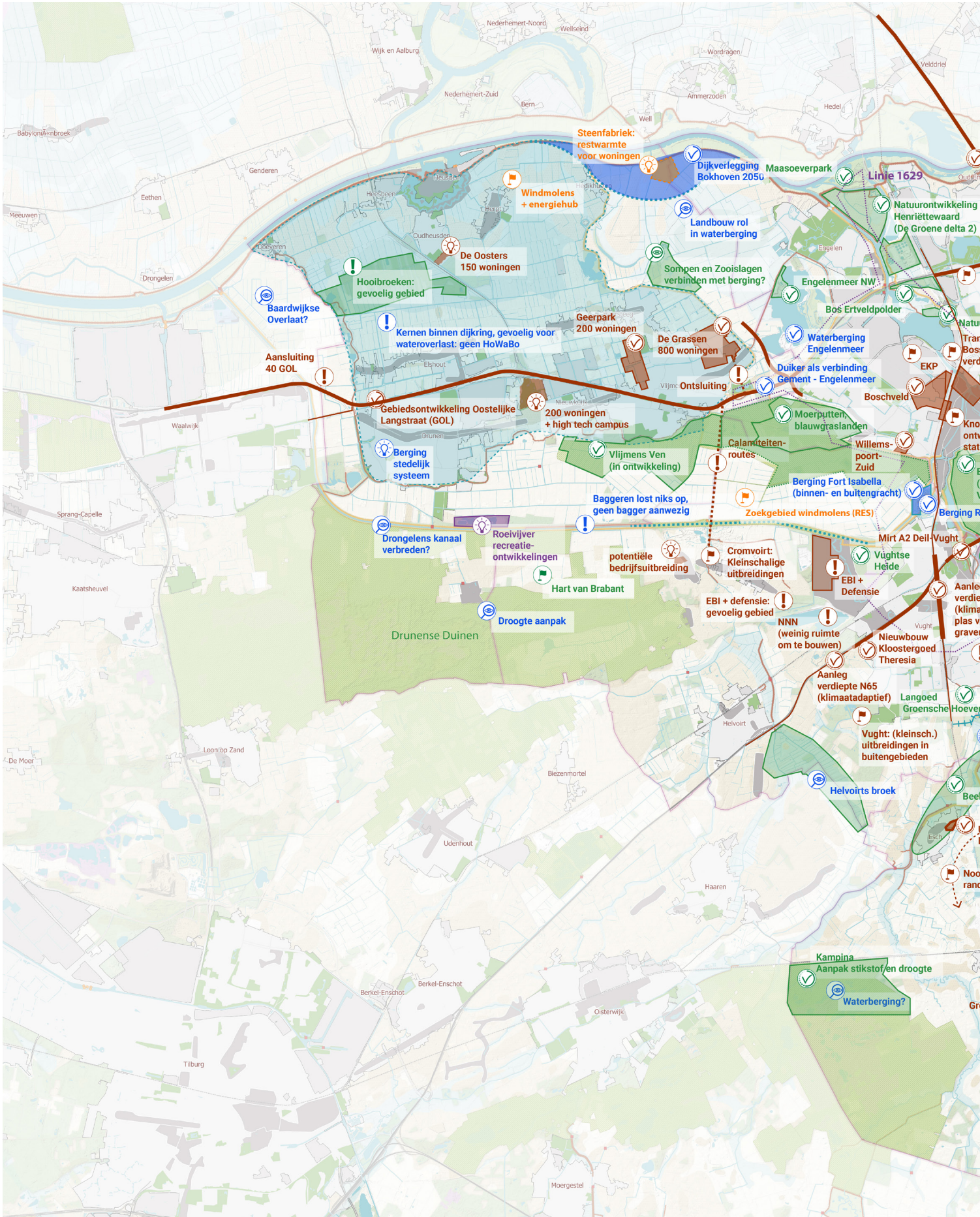
De ontwikkelingen op kaart

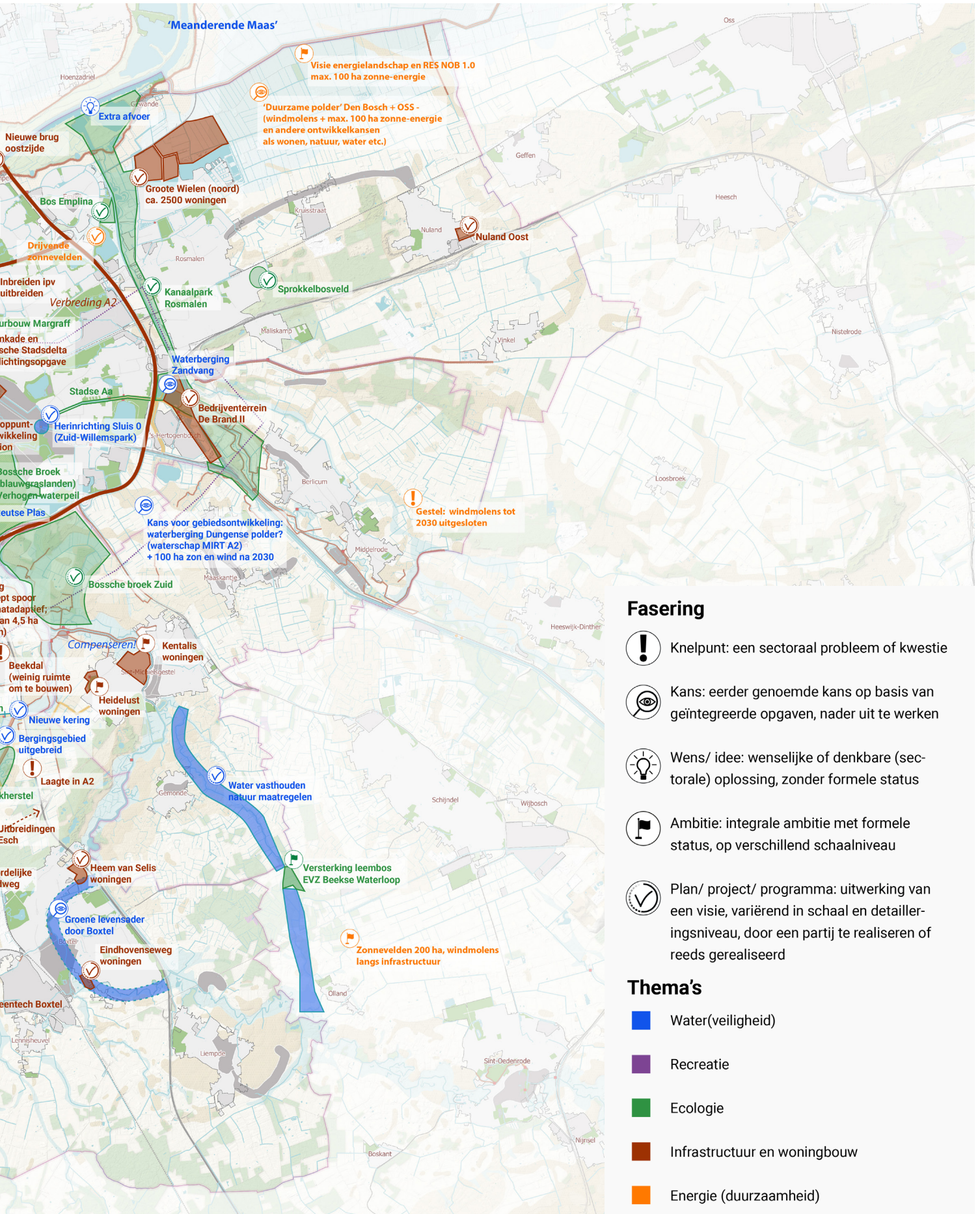
De oplossingsrichtingen voor de Hoogwateraanpak Brabant-Oost vormen een rijke verzameling van mogelijke maatregelen die kunnen bijdragen aan het voorkomen van wateroverlast en -schade in de regio 's-Hertogenbosch. Deze maatregelen zijn soms technisch van aard, maar hebben vaak ook een ruimtelijke component. Ze hebben consequenties voor bestaand gebruik en/of bieden kansen voor nieuw gebruik en nieuwe kwaliteiten, op het gebied van woningbouw, natuur, infrastructuur, landbouw of cultuurhistorie.

In de verkenning van oplossingen voor de hoogwateropgave zijn daarom nadrukkelijk ook deze consequenties en kansen verkend. In voorfasen is met de deelnemers van gemeente 's-Hertogenbosch, gemeente Heusden, gemeente Vught, gemeente Sint-Michielsgestel, Provincie Noord-Brabant, Waterschap De Dommel en Waterschap Aa en Maas op een rij gezet welke projecten gaande zijn, welke ambities er leven en welke aandachtspunten er (ruimtelijk) zijn. Zo is het speelveld in kaart gebracht.

De 'ontwikkelingenkaart' die het speelveld verbeeldt, toont een diversiteit aan opgaven die allen om ruimtelijke oplossingen vragen en daarmee concurrerende claims op de ruimte doen. De (hoog)wateropgave raakt meer dan water; opgaven op het gebied van wonen, infrastructuur, natuurontwikkeling en energie doen eveneens een beroep op de (schaarse) ruimte. Dit vraagt om het verbinden van opgaven, multifunctioneel ruimtegebruik en zorgvuldige integrale afwegingen.

Het overzicht van ontwikkelingen op de kaart is niet uitputtend, maar biedt wel handvatten in de verkenning van mogelijke oplossingen voor de hoogwateropgave; oplossingen die slim inspelen op wat er al is, wat er al staat te gebeuren, overige opgaven en mogelijke nieuwe kwaliteiten voor het gebied.





Aandachtspunten en kansen per thema

De ontwikkelingskaart toont de diversiteit aan projecten en ambities in en rondom 's-Hertogenbosch. Per thema worden enkele ontwikkelingen en aandachtspunten toegelicht.

Water(veiligheid)

De hoogwateropgave raakt andere wateropgaven en -programma's. Zo wordt Bokhoven-Hedikhuizen genoemd, waar ruimte gereserveerd is voor het verleggen van de dijk langs de Maas ([HWBP](#)). Ook zijn op sommige plekken de maatregelen uit HoWaBo 1 nog in uitvoering. Zo dient het [Engelermeer](#) nog verbonden te worden met de Moerputten, om te kunnen functioneren als waterbergingsgebied.

Aandacht wordt gevraagd voor het stedelijk watersysteem. Dit stedelijk systeem staat op sommige plekken behoorlijk onder druk bij hevige regenval (o.a. in Drunen). Maatregelen uit de Aanpak Hoogwater Brabant-Oost mogen niet ten koste gaan van de capaciteit van het stedelijk systeem.

Verder wordt aandacht gevraagd voor droogte; een opgave die speelt op de hoger gelegen gronden, zoals de Drunense Duinen en Kampina (beide onderdeel van [GGA in het kader van stikstof](#)). Is er een koppeling mogelijk met deze opgave?

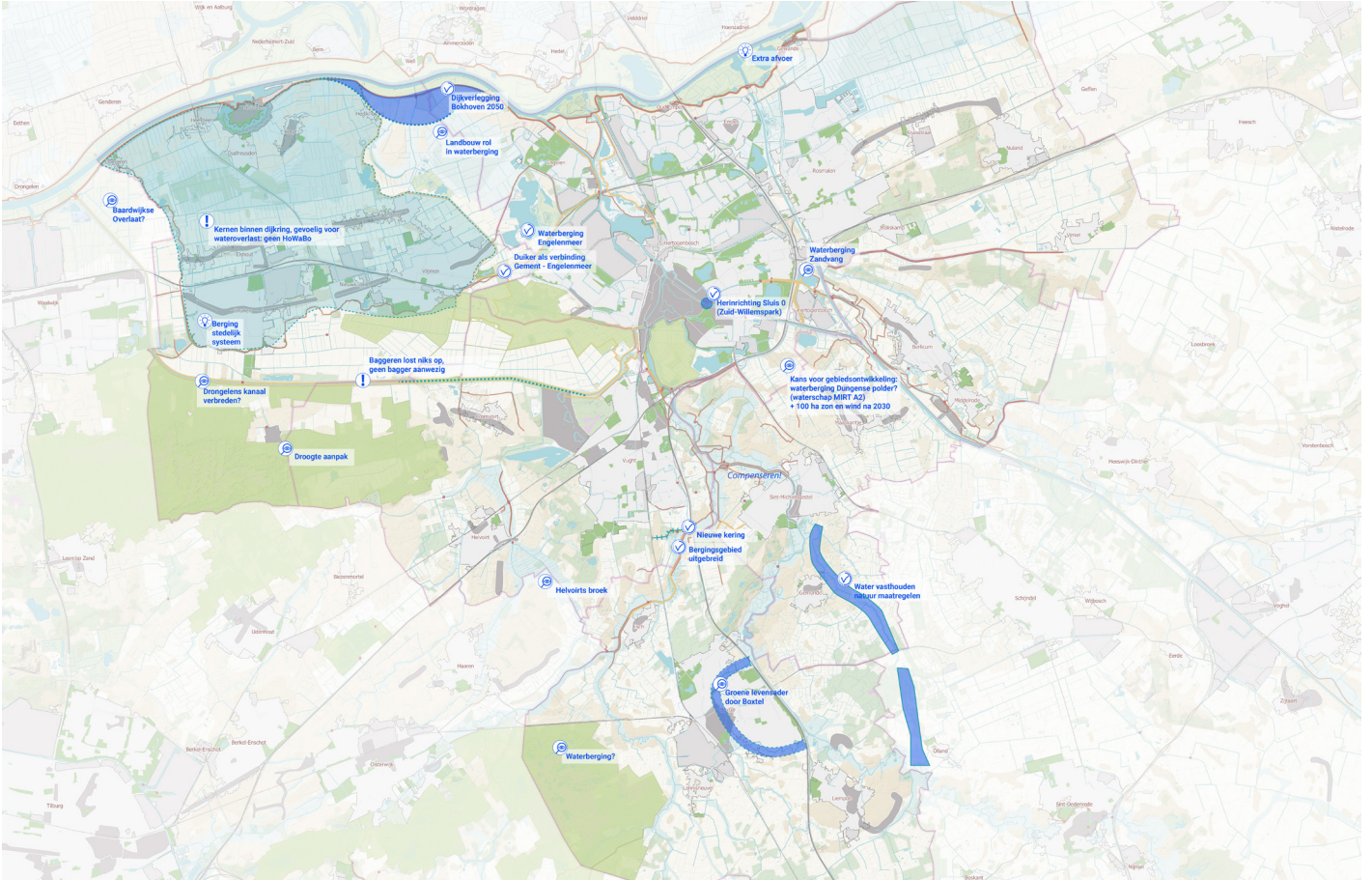
Overige links:

- [Sluis 0](#)

Infrastructuur en woningbouw

In de regio van 's-Hertogenbosch zijn momenteel twee grote infrastructurele projecten gaande: de [Gebiedsontwikkeling Oostelijke Langstraat \(GOL\)](#) en de verbreding van de A2 ([MIRT A2 Deil-Vught](#)). Daarnaast wordt gewerkt aan het verdiept aanleggen van de [N65](#) en het [spoor](#) in Vught. In de huidige plannen is rekening gehouden met waterveiligheid (compensatie verlies bergingsgebied). Nieuwe maatregelen t.b.v. hoogwater dienen rekening te houden met het ontwerp en gebruik van de nieuwe infrastructuur. Denk bijvoorbeeld aan de toegankelijkheid van calamiteitenroutes bij Vlijmen en Cromvoirt.

Woningbouw is een grote opgave, ook in de regio van 's-Hertogenbosch. De behoefte aan extra woningen staat regelmatig op gespannen voet met de behoefte om ruimte



52 Overzicht ontwikkelingen water(veiligheid)



53 Overzicht ontwikkelingen infrastructuur en woningbouw

onbebouwd te laten voor het bergen van water bij hoogwater. Dit geldt voor ontwikkelingen in de reeds formeel aangewezen bergings- en reserveringsgebieden (bijv. Kentalis in reserveringsgebied Dommeldal, [Theereheide/heidelust](#) in reserveringsgebied Essche Stroom en De Groote Wielen Noord-Oosthoek ten oosten van 's-Hertogenbosch), maar ook voor eventuele nieuwe ontwikkellocaties en eventuele nieuwe, aanvullende bergings- en reserveringsgebieden. Waterberging en reservering voor waterberging wordt (soms/vaak) ervaren als beknellend. Zowel duidelijkheid als flexibiliteit m.b.t. ruimtelijke ontwikkelingen in de toekomst is gewenst.

Het is daarom van belang om (op tijd) de [Brabantse verstedelijkingsstrategie](#) naast de hoogwateropgave te leggen. In deze strategie, die momenteel in de maak is, worden perspectieven voor de woningbouwopgave in de regio geschetst. Afstemming is noodzakelijk.

Overige links:

- [Spoorzone 's-Hertogenbosch](#)
- [Uitwerkingplan Waalbos](#)

Ecologie

Er wordt momenteel op verschillende plekken in de regio gewerkt aan verbeteren van bestaande natuur en het maken van ruimte voor nieuwe natuur. Voorbeelden naast de eerder gerealiseerde Vlijmens Ven, Moerputten, de Vughtse Gement en Bossche Broek zijn de Henriëttewaard, Sprokkelbosveld en [Kanaalpark Rosmalen](#). Er is gezamenlijk aan deze gebieden gewerkt vanuit het uitvoeringsprogramma [De Groene Delta](#), dat een vervolg kreeg in [De Groene Delta 2](#).

Momenteel leeft de ambitie het waterpeil hoger op te zetten in het Vlijmens Ven, de Moerputten en Bossche Broek, ten behoeve van de natuur. Dit is een aandachtspunt m.b.t. de behoefte om (meer) water te bergen; hogere waterpeilen leiden tot verminderde waterbergingscapaciteit.

Niet alle beekontwikkeltrajecten en ecologische verbindingszone zijn volledig op de kaart aangegeven. Hiervoor wordt verwezen naar de betreffende informatiebronnen bij de waterschappen.

De ontwikkelingen bieden potentieel (ruimtelijke) koppelkansen voor de wateropgave. Aan de andere kant heeft het inzetten van natuur als bergingsgebied in het geval van overstroming impact op de ecologie. Sommige natuurgebieden zijn erg gevoelig en daardoor minder geschikt voor het inlaten van (gebiedsvreemd) water.



54 Overzicht ontwikkelingen ecologie

Recreatie en cultuurhistorie

De cultuurhistorische [Linie 1629](#), met (restanten van) dijken die in 1629 werden aangelegd voor de belegering van 's-Hertogenbosch, loopt door 's-Hertogenbosch, Heusden, Sint-Michielsgestel en Vught. De linie, die vandaag de dag via een fietsroute te verkennen is, verbindt verschillende vestingwerken. Water werd hier als verdedigingsmiddel gebruikt. Nieuwe ruimtelijke ontwikkelingen dienen rekening te houden met dit erfgoed; wellicht zijn er koppelkansen.

Verder zijn ook de recreatieve plannen (in ontwikkeling) voor de roeivijver ten zuiden van Drunen genoemd om rekening mee te houden.

Energie/duurzaamheid

Elke regio heeft de opdracht een bijdrage te leveren aan de energietransitie (Regionale Energie Strategie ([RES](#))). In het werkgebied van HoWaBo 2 komen twee RES-regio's samen: regio [Hart van Brabant](#) (met o.a. Heusden) en regio [Noordoost Brabant](#) (met o.a. Sint-Michielsgestel, Vught en 's-Hertogenbosch). De plannen bevatten o.a. zoekgebieden voor windmolens en zonnevelden.

Gemeente 's-Hertogenbosch werkt (samen met gemeente Oss) aan een '[duurzame polder](#)' tussen Oss en 's-Hertogenbosch, met ruimte voor grootschalige opwekking van duurzame energie. De ontwikkelingen m.b.t. energie gaan samen met andere opgaven, zoals de landbouwtransitie. Verder zoekt 's-Hertogenbosch naar ruimte voor [100 ha zonne-energie](#) buiten deze duurzame polder.

Het poldergebied onder natuurgebied de Vughtse Gement is zoekgebied voor windmolens en ook het gebied ten oosten van Heusden is aangewezen voor opwekking windenergie (één van de 6 'energiehubs' uit regio Hart van Brabant). De kern Hedikhuizen heeft als ambitie restwarmte van de steenfabriek te gebruiken om woningen en andere gebouwen in Hedikhuizen duurzaam te verwarmen. In het gebied van Sint-Michielsgestel/Boxtel wordt gezocht naar ruimte voor 200 ha zonnevelden. In Sint-Michielsgestel zijn windmolens tot 2030 uitgesloten.



55 Overzicht ontwikkelingen recreatie en cultuurhistorie



56 Overzicht ontwikkelingen energie/duurzaamheid

Colofon

Het werkboek HoWaBo

Het Werkboek HoWaBo is opgesteld door **H+N+S Landschaparchitecten** in opdracht van de **Stuurgroep HoWaBo**.

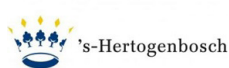
Procesgroep HoWaBo - ambtelijke begeleiding

Kinie Lont, gemeente 's-Hertogenbosch
 Bart Verhoeven, gemeente 's-Hertogenbosch
 William Peters, gemeente Heusden
 Bas Bloks, gemeente Vught
 Maurits van der Stappen, gemeente Sint-Michielsgestel/Boxtel
 René Klerks, provincie Noord-Brabant
 Marjolijn van Lier, provincie Noord-Brabant
 Erwin van de Griend, Rijkswaterstaat
 Yasmin van Iterson, Rijkswaterstaat
 Sascha Herzberg, waterschap De Dommel
 Xandor Eblé, waterschap De Dommel
 Mirja Kits, waterschap De Dommel
 Frank Bouwens, waterschap Aa en Maas
 Mike Heijnen, waterschap Aa en Maas
 Zoë Verdiesen, waterschap Aa en Maas
 Ingrid Rijkers, projectmanager namens de waterschappen

Team H+N+S Landschapsarchitecten

Pieter Schengenga
 Pim Kupers
 Floor Hartveld

projectnummer H+N+S: 2861
 datum: 13 september 2023



Rechten

Intellectuele eigendomsrechten met betrekking tot uitgaven

Alle intellectuele eigendomsrechten met betrekking tot de inhoud, waaronder tekst, geluid en/of beeld, van deze uitgave berusten bij H+N+S B.V. en/of haar licentiegevers. Zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van H+N+S B.V. en/of haar licentiegevers, is het niet toegestaan om enige inhoud openbaar te maken en/of te verveelvoudigen. [Voor zover openbaarmaking en/of verveelvoudiging is toegestaan, moet steeds de bron worden vermeld indien dit wettelijk of contractueel verplicht is. Commercieel of onrechtmatig gebruik van enige inhoud van deze uitgave is niet toegestaan.]

Inspanningsverplichting achterhalen rechthebbenden

H+N+S B.V. heeft haar uiterste best gedaan om rechthebbenden van de inhoud, waaronder tekst, geluid en/of beeld, van deze uitgave te achterhalen. Indien u (mede) rechthebbende bent op enige inhoud en voor het gebruik daarvan niet als (mede)rechthebbende bent genoemd of daarvoor geen toestemming hebt verleend waar die wel vereist was, verzoeken wij u onmiddellijk contact op te nemen via mail@hnsland.nl.

Disclaimer ten aanzien van uitgaven

H+N+S B.V. heeft uiterste zorg besteed aan de inhoud van deze uitgave. H+N+S B.V. wijst echter iedere vorm van aansprakelijkheid af voor onvolkomenheden of onjuistheden ten aanzien van de inhoud van de uitgave. H+N+S B.V. behoudt zich het recht voor de inhoud van de uitgave te wijzigen zonder dit vooraf aan te kondigen.

Levering van concepten

Zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van H+N+S B.V. is het niet toegestaan om enige door H+N+S B.V. geleverde concepten, waaronder concept uitgaven, openbaar te maken en/of te verveelvoudigen.

Bronnen

1-6, 8-9, 11-13, 16-19, 22-24, 27-29, 31, 33, 34, 36, 37, 40, 41, 44-47, 49-56. Eigen werk **7, 10, 15, 20-21, 25-26, 30, 32, 35, 38, 43,** Sjors Obbens **14.** Leeuwen, Wies van (Provincie Noord Brabant); Brabants Historisch Informatie Centrum (BHIC); nr. PNB001030874 **39.** Leeuwen, Wies van (Provincie Noord Brabant); collectie BHIC; nr. PNB001071189 **42.** Witteveen+Bos (2023). Wateroverlast Grote Pand. **48.** John Claessens.

