

Whitepaper

# Wat betekent water en bodem sturend voor de ruimtelijke ordening?

Van maakbaarheid naar aanpasbaarheid. Het principe toegelicht en uitgewerkt aan de hand van voorbeeldprojecten



# Voorwoord

De Kamerbrief water en bodem sturend maakt veel los in de ruimtelijke planvorming. Provincies ontwikkelen onderleggers vanuit het water- en bodemsysteem voor hun ruimtelijke puzzels en plannen voor het landelijk gebied. Gemeenten en waterschappen passen de 33 structurerende keuzes toe op nieuwe ruimtelijke ontwikkelingen en ontwikkelaars willen graag weten wat de betekenis van de Kamerbrief is voor hun grondposities en wijze van ontwikkelen. Op veel plekken merken wij dat er behoefte is aan goede voorbeelden. Wat betekent *water en bodem sturend* nou precies in de praktijk?

De afgelopen twee jaar was Sweco nauw betrokken bij de agendering en uitwerking van water en bodem sturend. We schreven mee aan het essay “Op Waterbasis” en brachten in beeld waar momenteel de grenzen van het water- en bodemsysteem worden overschreden. Samen met Deltares en Defacto stelden we voor IenW de wetenschappelijke onderbouwing op voor de structurerende keuzes uit de Kamerbrief. Momenteel ondersteunen we provincies, waterschappen, gemeenten en ontwikkelaars om *water en bodem sturend* toe te passen in ruimtelijke ontwikkelingen.

Die toepassing blijkt nog niet altijd makkelijk. Maakbaarheid van de omgeving zit diep verankerd in ons denken en ontwerpen, ook bij Sweco. *Water en bodem sturend* daarentegen, is erop gericht om met de ruimtelijke ordening aan te sluiten bij de natuurlijke kenmerken van het water- en bodemsysteem. Niet voor iedereen is direct duidelijk wat er nu precies anders moet. In veel gebiedsontwikkelingen wordt immers al ruimschoots aandacht gegeven aan de inrichting van een duurzaam water- en bodemsysteem. Daarnaast is er een nationale maatlat en zijn er regionale convenanten voor klimaatadaptief bouwen. Wat moeten we nog extra of anders doen?

In dit whitepaper delen we daarom onze ervaringen die we het afgelopen jaar hebben opgedaan in verschillende gebiedsontwikkelingen. Aan de hand van verschillende cases brengen we in beeld hoe de structurerende keuzes uit de Kamerbrief naar ontwerpcriteria kunnen worden vertaald. Hiermee willen we bijdragen aan de cultuurverandering die nodig is om onze bodem- en watervoorraden duurzaam te beschermen én voorbereid te zijn op de effecten van klimaatverandering.

Veel leesplezier!

# Inhoudsopgave

Voorwoord	2
Nogmaals: de aanleiding voor water en bodem sturend	4
Water en bodem sturend in vijf ontwerpprincipes	6
Voorbeeldprojecten	12
Discussie en advies	28
Over de auteurs	30
Literatuur	31



# Nogmaals: de aanleiding voor water en bodem sturend

De afgelopen eeuwen hebben we het water- en bodemsysteem naar onze hand gezet om ons landgebruik te optimaliseren en intensiveren. Dit heeft ons veel welvaart gebracht. In de rapportages 'Op Waterbasis'<sup>(1)</sup> en 'Water en bodem sturend voor ruimtelijke planvorming'<sup>(2)</sup> hebben we echter in beeld gebracht dat het steeds intensievere landgebruik de grenzen van het water- en bodemsysteem op veel plaatsen niet respecteert. Vrijwel overal in Nederland overschrijden emissies uit landbouw en industrie de draagkracht van het water- en bodemsysteem en verontreinigen onze watervoorraden. Op de zandgronden wordt voor drinkwaterwinning, landbouw en industrie meer water afgevoerd en gebruikt dan door regen wordt aangevuld. Grondwaterstanden dalen al decennialang waardoor natuurgebieden verdrogen en steeds meer water moet worden opgepompt om droogteschade in de landbouw te voorkomen. In veengebieden daalt de bodem en komen veel broeikasgassen vrij als gevolg van ontwatering ten behoeve van het landgebruik. Business cases die ten grondslag liggen aan ons landgebruik rekenen vaak de kosten om deze effecten te voorkomen niet mee, waardoor geen 'echte prijzen' worden berekend.

Als gevolg neemt de kwetsbaarheid voor klimaateffecten toe, de biodiversiteit neemt af en de water- en bodemkwaliteit zijn onvoldoende. Nederland voldoet met afstand niet aan Europese milieudoelstellingen van de Kaderrichtlijn Water<sup>(3)</sup> en Vogel en Habitatrichtlijn<sup>(4)</sup>. Ecosysteemdiensten van het water- en bodemsysteem worden langzaam uitgeput, waardoor volgende generaties te kampen krijgen met een steeds lagere gebruikswaarde. De kwetsbaarheid voor weersextremen werd eens te meer duidelijk tijdens de droogte van 2018 en de overstromingen in Limburg van 2021. De voorspelling van een exponentieel verlopende zeespiegelstijging dreigt deze uitdaging nog vele malen groter te maken.

Door water en bodem sturend te maken voor de ruimtelijke ordening kunnen we onze watervoorraden en ecosystemen duurzaam beschermen en bovendien de effecten van klimaatverandering beter opvangen. Centraal daarin staat het principe: niet afwentelen. Dit vraagt om een cultuurverandering in onze ruimtelijke ordening en ontwerpbenadering: van maakbaarheid, waarin we het water- en bodemsysteem technisch inregelen om functies op elke plek mogelijk te maken, naar aanpasbaarheid, waarbij we met de functies zo veel mogelijk aansluiten bij de natuurlijke kenmerken van het water- en bodemsysteem en bovendien rekening houden met aanpassingen op de lange termijn om toekomstige klimaateffecten op te kunnen vangen. Door daarbij als harde randvoorwaarde te stellen dat het water- en bodemsysteem (inclusief de gebruikswaarde van ecosysteemdiensten, kwaliteit en vitaliteit) over de gehele levensduur van het gebruik niet mag verslechteren, nemen de ontwikkel- en exploitatiekosten voor bepaalde vormen van landgebruik op niet of minder geschikte plaatsen toe. Hierdoor ontstaat vanzelf een prikkel om met locatiekeuzes aan te sluiten bij de geschiktheid van het water- en bodemsysteem.

Water en bodem sturend is urgent. De komende jaren worden er miljarden geïnvesteerd in de ruimtelijke inrichting van Nederland. In een vorig whitepaper brachten we in beeld dat we de komende jaren zo'n € 900 miljard investeren in de woningbouwopgave en de daarmee gepaard gaande uitbreiding van infrastructuur, de energietransitie, de aanpassing aan klimaatverandering en de verduurzaming van het landelijk gebied<sup>(5)</sup>. Door de grenzen van het water- en bodemsysteem in elke ontwikkeling te respecteren voorkomen we dat problemen, schades of hoge onderhoudslasten worden afgewenteld naar de toekomst, naar andere gebieden of van de private naar de publieke sector.

Dat vraagt wel om een uniform begrip wat we verstaan onder water en bodem sturend en om heldere doelstellingen. Onze ervaring bij provincies, waterschappen, gemeenten en ontwikkelaars is dat dat nog niet het geval is. Op veel plekken wordt gezocht naar houvast in normen en ontwerpregels zoals we gewend waren, en veel minder naar de onderliggende ontwerp- en ruimtelijke ordeningsfilosofie. Nieuwe normen en regels worden echter maar beperkt geboden in de Kamerbrief<sup>(6)</sup> of de recent gepubliceerde Landelijke maatlat voor een groene, klimaatadaptieve gebouwde omgeving<sup>(7)</sup>. Hierdoor is er een groot risico is dat de doorwerking van water en bodem sturend achter blijft. Wij denken dat de ontwerpfilosofie niet gevangen kan worden in nieuwe normen omdat de uitwerking van water en bodem sturend verschilt van plek tot plek. Wel in structurerende keuzes, kader stellende principes en een nieuwe ontwerpfilosofie. Voorbeelden en narratieven kunnen helpen om dit praktisch te maken. In dit whitepaper delen we daarom de lessen vanuit verschillende gebiedsontwikkelingen in het land ter inspiratie hoe water en bodem sturend kan worden toegepast.

---

(1) Bron: Deltares, BoschSlabbers & Sweco. (2021). Op Waterbasis: grenzen aan de maakbaarheid van ons water- en bodemsysteem.

(2) Bron: Sweco, Defacto. (2022). Water en bodem sturend voor ruimtelijke planvorming - discussiestuk en onderbouwing.

(3) Bron: Ministerie van IenW (2022) Stroomgebiedsbeheerplannen Rijn, Maas, Schelde en Eems 2022-2027.

(4) Bron: LNV, IPO, BIJ12 (2021) Natuur in Nederland, stand van zaken eind 2020 en ontwikkelingen in 2021.

(5) Bron: Sweco (2021) Ruimte voor de Toekomst, Flexibel invullen van investeringsopgaven om effecten van zeespiegelstijging in de toekomst te kunnen opvangen.

(6) Bron: Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat (25 november 2022), Kamerbrief Water en bodem sturend.

(7) Bron: Arcadis, Tauw (2 december 2022), Maatlat groene klimaatadaptieve gebouwde omgeving, ministerie van BZK, IenW en LNV.

# Water en bodem sturend in vijf ontwerpprincipes

## Het doel

Het doel van het principe water en bodem sturend is meervoudig: het ruimtegebruik op lange termijn minder kwetsbaar maken voor weersextremen als gevolg van klimaatverandering, het beschermen van onze watervoorraden, de (grond)waterkwaliteit en de biodiversiteit en het tegengaan van onomkeerbare effecten van bodemdaling. Water en bodem sturend voor de ruimtelijke planvorming betekent dat we met de functie en het ruimtegebruik zo veel mogelijk aansluiten bij de natuurlijke kenmerken van het water- en bodemsysteem. PBL schrijft dat de 'ondergrond' hiermee conditionerend wordt voor ruimtelijke ontwikkelingen. Functie en ruimtegebruik, en daarmee ook de bedrijfsvoering en het verdienmodel, volgen de natuurlijke fysieke structuur van water en bodem, in plaats van andersom<sup>(8)</sup>.

Maar wat betekent deze definitie concreet voor de ruimtelijke ordening? De 33 structurerende keuzes uit de Kamerbrief geven voor verschillende onderwerpen en landschapstypen de koers. Aanvullend wordt voor nieuwbouw een ruimtelijk beoordelingskader opgesteld dat de geschiktheid van het water- en bodemsysteem aangeeft op basis van plaatsgebonden risico's. Dit beoordelingskader moet helpen bij locatiekeuzes, is niet bindend, maar signalerend om aan te geven welke inspanning moet worden gedaan om duurzaam aan te sluiten bij het water- en bodemsysteem. Daarnaast is voor nieuwbouw een nationale maatlat ontwikkeld voor klimaatadaptieve woningbouw. Ook deze biedt maar beperkt scherpe prestatie-eisen en bestaat meer uit een aantal richtlijnen en principes.

In dit hoofdstuk proberen we in vijf principes de ontwerpfilosofie weer te geven die in het achterhoofd moeten worden gehouden om water en bodem sturend te maken in ruimtelijke ordening. In de volgende hoofdstukken werken we dit uit in voorbeelden.

---

(8) Bron: Planbureau voor de Leefomgeving (2021) Grote opgaven in een beperkte ruimte.

## Ontwerpprincipe 1

### Niet afwentelen

Het belangrijkste ontwerpprincipe voor water en bodem sturend is om afwenteling van negatieve effecten van ruimtelijke inrichting en landgebruik van en op het water- en bodemsysteem te voorkomen (zie ook de Nationale Omgevingsvisie<sup>(9)</sup>). Hiermee voorkomen we dat de opgaven voor toekomstige generaties op gebied van klimaatadaptatie, het beschermen van watervoorraden, de (grond)waterkwaliteit en biodiversiteit en bodemdaling groter worden. Ook houden we daarmee de talloze ecosystemendiensten van het water- en bodemsysteem (zoals voedselproductie, drinkwatervoorziening, biodiversiteit, waterbuffering, energieopslag, etc.) voor toekomstige generaties in stand en voorkomen we uitputting.

Niet afwentelen betekent dat we, conform het kostenveroorzakersbeginsel, (de kosten voor) mitigatie van alle negatieve (milieu-)effecten meeberekenen in de exploitatie van het landgebruik. Daarbij moeten we uitgaan van een levenscyclusanalyse waarin we ook de onderhoudsfase of de effecten van autonome trends van klimaatverandering op lange termijn meenemen, om te voorkomen dat we de volgende generatie opzadelen met negatieve gevolgen van onze investeringsbeslissingen. De horizon ligt daarbij op de levensduur van onze investeringen.

#### Voorbeelden van niet afwentelen

- Doordat er in zettingsgevoelige gebieden vaak onvoldoende oog is voor duurzaam bouwrijp maken voor nieuwbouw, liggen de beheerkosten van openbaar stedelijk gebied hier gemiddeld 100% hoger dan in zandgebieden<sup>(10)</sup>. Door het aanscherpen van de eisen aan het bouwrijp maken (bijv. de restzettingseis) ontstaan minder verzakkingen en wordt voorkomen dat lagere investeringskosten voor het bouwrijp maken (door gemeente of ontwikkelaars) worden afgewenteld en zorgen voor hogere onderhoudskosten (voor gemeente of toekomstige bewoners).
- Op de zandgronden is als gevolg van intensieve ontwatering en overmatige grondwateronttrekkingen de gemiddelde grondwaterstand in de afgelopen decennia met ruim 50 cm gedaald en lokaal met meerdere meters. Door in het landgebruik regenwater zo veel mogelijk vast te houden en te laten infiltreren, en door niet méér grondwater te onttrekken dan de natuurlijke aanvulling, wordt voorkomen dat grondwaterstanden steeds verder dalen en watervoorraden uitgeput raken.
- De belasting van het watersysteem met emissies uit landbouw en industrie overschrijdt op veel plekken de draagkracht van het water- en bodemsysteem. Niet afwentelen betekent de bemesting en bestrijdingsmiddelen te beperken tot de draagkracht van het water- en bodemsysteem (met als eerste doel het voldoen aan de eisen van de Kaderrichtlijn Water). Dit leidt mogelijke tot lagere opbrengsten en hogere prijzen (die de werkelijke kosten beter reflecteren), maar voorkomt afwenteling naar het water- en bodemsysteem en de volgende generatie.

(9) Bron: Ministerie van Binnenlandse Zaken en Koninkrijksrelaties (2020), De Nationale Omgevingsvisie.

(10) Bron: Sweco (2018), managementrapportage – kosten in beeld. Platform Slappe Bodems.

### Vergroot de sponswerking van het water- en bodemsysteem

Veel watersystemen in Nederland zijn erop gericht om water zo snel mogelijk af te voeren. Dat vergroot bij extreme neerslag de kans op overstromingen en zorgt voor watertekorten in droge periodes. Door de natuurlijke sponswerking van het systeem te vergroten kunnen we extreme neerslag beter opvangen en houden we water langer vast voor droge periodes. Hoe meer ons watersysteem is afgestemd op hoe water zich van nature gedraagt, hoe kleiner de inspanningen zullen zijn om het water duurzaam dienstbaar te laten zijn aan onze maatschappelijke behoeften.

Het is daarom belangrijk om met ons landgebruik aan te sluiten bij de natuurlijke kenmerken van het water- en bodemsysteem. Vermijd locaties waar een sterke aanpassing of regulering van het natuurlijke water- en bodemsysteem nodig is om het landgebruik mogelijk te maken. In 'Op Waterbasis' is een nieuwe fysiografische kaart van Nederland gepresenteerd met de natuurlijke kenmerken van het water- en bodemsysteem (zie Figuur 2.1). Deze is de basis voor geschiktheidskaarten voor verschillende vormen van landgebruik, bijvoorbeeld voor bebouwing (zie Figuur 3.4). Voorkom in de tweede plaats een grote verwevenheid van functies met strijdige eisen aan het water- en bodemsysteem. Ook dat leidt tot sterke regulering die kwetsbaar is voor weersextremen.

#### **Voorbeelden om de sponswerking te vergroten**

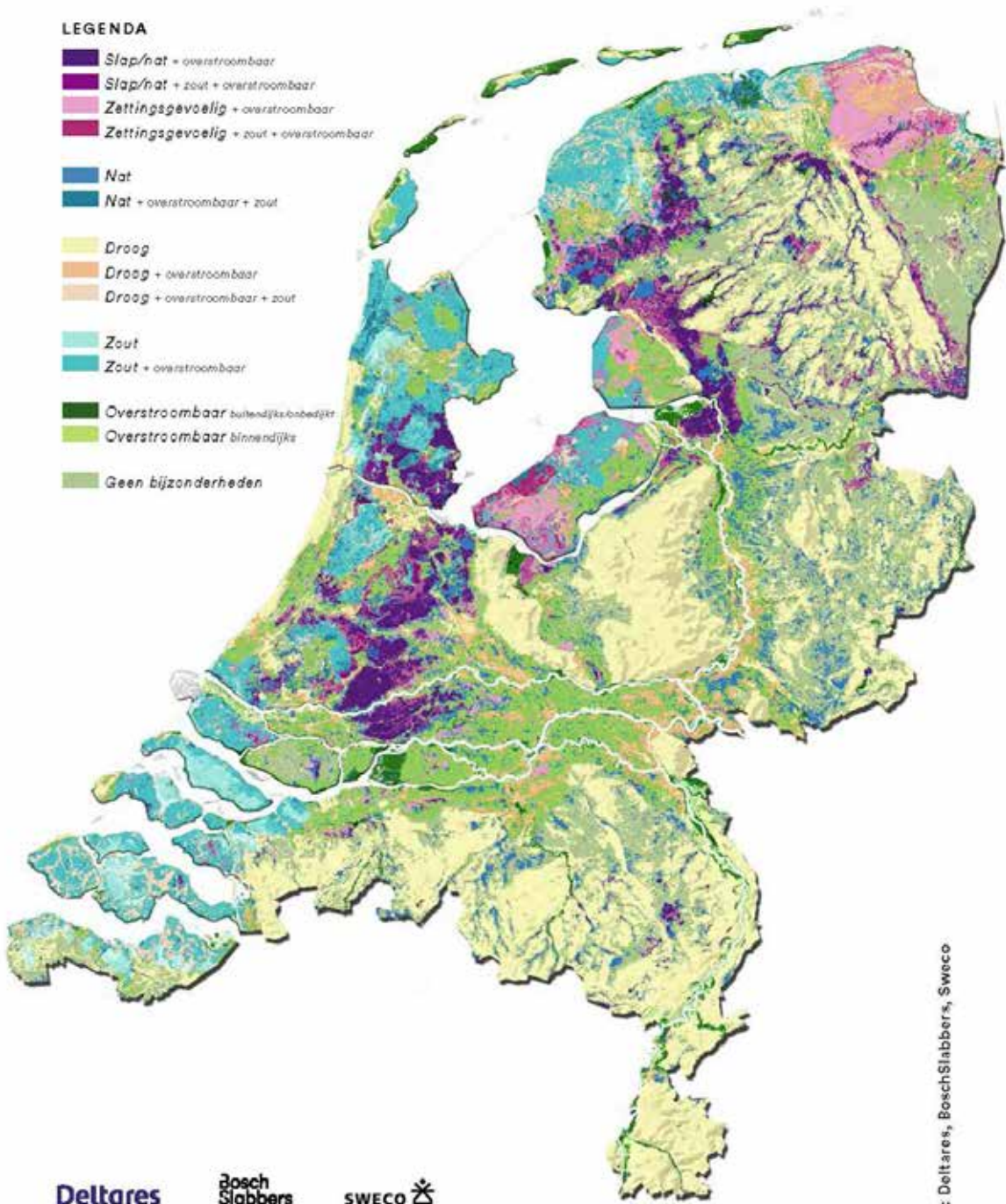
- Een flexibel waterpeil biedt de mogelijkheid om meer water vast te houden als het regent en voorkomt dat water direct moet worden aangevoerd als het droog is. Bovendien sluit het beter aan bij de natuurlijke variatie en is daarom goed voor de biodiversiteit.
- Voorkomen van bodembedekking en verharding zorgt er voor dat meer neerslag in de grond kan infiltreren, waardoor het water vastgehouden wordt. Bovendien biedt dit betere omstandigheden voor het bodemleven en daarmee de bodemkwaliteit.
- Door op regionale schaal water vast te houden, bijvoorbeeld door beekherstel of stuwen in kavelsloten, worden benedenstrooms overstromingen voorkomen en kan meer water infiltreren in de bodem.



## De nieuwe fysiografische kaart van Nederland

### LEGENDA

-  Slap/nat + overstroombaar
-  Slap/nat + zout + overstroombaar
-  Zettingsgevoelig + overstroombaar
-  Zettingsgevoelig + zout + overstroombaar
  
-  Nat
-  Nat + overstroombaar + zout
  
-  Droog
-  Droog + overstroombaar
-  Droog + overstroombaar + zout
  
-  Zout
-  Zout + overstroombaar
  
-  Overstroombaar buitendijks/onbedijkt
-  Overstroombaar binnendijks
-  Geen bijzonderheden



Deltares

Bosch  
Slabbers

SWECO

Bron: Deltares, BoschSlabbers, Sweco

Figuur 2.1 Fysiografische kaart van Nederland<sup>(11)</sup>

(11) Bron: Deltares, BoschSlabbers & Sweco. (2021). Op Waterbasis: grenzen aan de maakbaarheid van ons water- en bodemsysteem.

### Ontwerpprincipe 3

## Houd rekening met extremen

Houd bij ruimtelijke keuzes rekening met weersextremen die groter zijn dan de norm. De omvang van de regenval in Limburg in juli 2021 heeft eens te meer duidelijk gemaakt dat voldoen aan de norm een onterecht gevoel van veiligheid kan geven. Zo kan het gebeuren dat we nog altijd woonwijken plannen op locaties die bij zeer veel neerslag of waterafvoer gevaarlijk kunnen worden, bijvoorbeeld onderin beekdalen of diepe polders, of buitendijks, omdat we net zo lang ontwerpen en rekenen tot voldaan wordt aan de norm.

Dat betekent dus dat we met stresstesten ook moeten nagaan wat er gebeurt bij extreme neerslag in een groter gebied, wat het effect is van een langdurige maalstop, wat er gebeurt in het onwaarschijnlijke geval van een dijkdoorbraak en hoe overstromingsrisico's veranderen als de zeespiegel met één of twee meter is gestegen. De normen geven wellicht een maat voor de kosteneffectiviteit van onze inspanningen om ons te beschermen tegen extremen, maar laten we kans op slachtoffers minimaliseren door niet op onveilige locaties te bouwen.

#### Voorbeelden van stresstesten

- Voer een regionale stresstest uit met zeer extreme neerslag en ga na waar het water zich verzamelt in beekdalen, laagtes of de diepste delen van polders. Voorkom gevaarlijke situaties of maatschappelijke ontwrichting door belangrijke functies op deze plekken te ontwikkelen.
- Ga na welke waterstanden optreden in het onwaarschijnlijke geval van een dijkdoorbraak, ook bij één á twee meter zeespiegelstijging en neem de nodige maatregelen om slachtoffers of ontwrichting te voorkomen, bijvoorbeeld door een hoger vloerpeil of door aanleg van shelters.

### Ontwerpprincipe 4

## Een aanpasbare inrichting voor de lange termijn

In de ruimtelijke planvorming spelen de plangrens en planhorizon een belangrijke rol. Dat sluit niet goed aan bij het aanpassen aan klimaatverandering, waarvan de effecten ook vaak aangrijpen op systeemniveau en op de veel langere termijn. Ook ná 2040 of 2050 zal het klimaat verder veranderen, de zeespiegel blijven stijgen, de bodem verder zakken en neerslag en droogte blijven toenemen. Het is daarom belangrijk een bepaalde mate van aanpasbaarheid te integreren in het ontwerp om te voorkomen dat de klimaatopgave voor de volgende generaties groter wordt door onvoldoende rekening te houden met lange termijn effecten.

De prestatie-eisen in de nationale maatlat of regionale klimaatconvenanten voor klimaatbestendige woningbouw op het gebied van wateroverlast, droogte, hitte, overstromingen en bodemdaling spelen een waardevolle rol om tot een gedeelde taal te komen wat we verstaan onder klimaatbestendig bouwen. Echter, de prestatie-eisen zijn vooral gericht op de inrichting binnen de plangrens en houden overwegend geen rekening met verdergaande klimaatverandering na 2050. Ze bevatten geen criteria voor het voorkomen van (cumulatieve) effecten op systeemniveau of op de lange termijn.

#### Voorbeelden van aanpasbaarheid

- Richt gebieden in met de effecten van klimaatverandering en bodemdaling van 2100 (en verder) in het achterhoofd door rekening te houden met een toename van effecten. Dit kan door robuust of aanpasbaar in te richten.
- Het is lang niet altijd haalbaar nu al maatregelen te nemen of ruimte te reserveren om onzekere klimaateffecten op lange termijn op te vangen. Draag daarom zorg voor een aanpasbare inrichting (adaptief ontwerp) dat na 2050 aangepast kan worden als het klimaat verder verandert inclusief de gevolgen van zeespiegelstijging. Om bijvoorbeeld in bebouwd gebied een verdere toename van neerslag na 2050 op te kunnen vangen is zo'n 5% extra ruimte nodig in de laagste delen. Hier kan worden gekozen voor meervoudig ruimtegebruik of tijdelijke bestemmingen<sup>(12)</sup>.
- Houd rekening met maatregelen die in de toekomst (mogelijk) nodig zijn om ons te beschermen tegen een steeds hogere zeespiegel, een grotere variatie in rivierwaterstanden en toename van neerslag en droogte extremen. Hiermee voorkomen we dat investeringen over enkele decennia weer op de schop moeten, of dat adaptatiemaatregelen voor de volgende generaties onnodig complex worden, zoals dijkversterkingen, rivierverruiming of waterberging.

(12) Bron: Sweco, Defacto, Deltares en Ecorys (2021) Bouwstenenrapport: Het effect van klimaatverandering op de woningbouwopgaven. Deltacommissaris.

## Ontwerpprincipe 5

### Benut kansen voor systeemherstel

Tot slot bieden de grote ruimtelijke transitie van de komende decennia in het landelijk en stedelijk gebied veel kansen om negatieve trends van verdroging door overmatig afvoeren of onttrekken van (grond)water, (grond)waterkwaliteitsverslechtering en bodemdaling te keren.

#### **Voorbeelden van systeemherstel**

- Grootschalige verstedelijkingslocaties zoals in de Haarlemmermeer, regio Zwolle, Zuidplas of Rijnenburg bieden de kans om versnipperde watersystemen samen te voegen tot een robuust watersysteem dat beter in staat is om extreme neerslag op te vangen.
- Peilverhogingen in diepe polders verminderen de kans op opbarsting van slootbodems en het effect van zoute of nutriëntrijke kwel op de waterkwaliteit.
- Grootschalige herinrichting biedt de mogelijkheid om de sponswerking en zelfvoorzienendheid van gebieden te vergroten.
- Ruimtelijke ontwikkelingen op de zandgronden kunnen bijdragen aan het creëren van bufferzones rond natte natuurgebieden door het stopzetten van onttrekkingen en mogelijk maken van hogere waterstanden.

# Voorbeeldprojecten

Voor zes thema's en landschapstypen hebben we voorbeelden opgenomen over hoe water en bodem sturend kan worden toegepast. In een tabel onderaan de casus geven we telkens weer hoe de reguliere 'maakbare praktijk' is en hoe deze verandert door water en bodem sturend.

De volgende voorbeeld projecten worden behandeld:

- Ruimte voor water - Peilverhoging IJsselmeergebied
- Bodem en ondergrond - Gemeentelijke visies voor bodem en ondergrond
- Bebouwd gebied en verstedelijking - Zuidplaspolder en NOVEX-gebied Regio Zwolle
- Laagveengebieden - Peilfixatie restveengebied Moordrecht
- Verziltende kustgebieden - Eemsielen
- Hoge zandgronden - Herinrichting rond de Tengelroyse beek

## Peilverhoging IJsselmeergebied



Door klimaatverandering is in de toekomst meer ruimte nodig voor het watersysteem. Meer buffercapaciteit voor de watervoorziening, meer bergingscapaciteit om neerslag- en rivierafvoerpieken op te kunnen vangen, meer ruimte voor de versterking van waterkeringen en de daar op gelegen infrastructuur en meer ruimte (hoogte) om een grotere dynamiek in waterstanden op te kunnen vangen. Op dit moment wordt er in de ruimtelijke ordening nog onvoldoende rekening gehouden met het reserveren van ruimte voor toekomstige adaptatiemaatregelen om deze veranderingen in het watersysteem op te kunnen vangen.

### Peilverhoging IJsselmeergebied

Het IJsselmeergebied voorziet ongeveer een derde van Nederland van zoetwater en is daarmee de belangrijkste zoetwaterbuffer van ons land. De zoetwaterbeschikbaarheid komt onder druk te staan door zeespiegelstijging, lagere rivierafvoeren en lange perioden van droogte. Het peilbesluit van 2018 maakt het 's zomers mogelijk om het meerpeil bij dreigende droogte 10 centimeter op te zetten, waarna het 20 centimeter mag uitzakken. Hiermee is een waterbuffer gecreëerd van 400 miljoen m<sup>3</sup>. Bij een stijgende zeespiegel is het echter wenselijk het meerpeil mee te laten stijgen om zo veel mogelijk onder vrij verval te kunnen blijven spuien op de Waddenzee en zoutindringing tegen te gaan. Door de stijgende waterbehoefte in de omringende provincies is het bovendien wenselijk de buffer verder te vergroten. In het Nationaal Waterprogramma is daarom opgenomen dat na 2050 het meerpeil nog 30 centimeter mag stijgen ten opzichte van het huidige gemiddelde winterpeil. Het flexibel peilbeheer kan worden verruimd van de huidige 20 centimeter tot 50 centimeter<sup>(13)</sup>.

Ondanks de geringe extra fluctuatie van tien centimeter onder en boven het zomerpeil was het peilbesluit van 2018 zeer complex. Het besluit had invloed op honderden functies in en rond het IJsselmeergebied die zich in de loop van de jaren hadden aangepast aan het oude, vaste peil. Bij een lager waterpeil hebben sommige schepen bijvoorbeeld problemen met de diepgang, en bij een hoger peil komen de natuur, landbouw en woningbouw in het buitendijks gebied, maar ook langs de IJssel, de IJsseldelta, de Eem en andere vrij afwaterende gebieden vaker onder water te staan. Een verdere peilverhoging na 2050 vraagt daarom om nu al ver vooruit te kijken. Bij alle ruimtelijke ontwikkelingen en aanpassingen aan bouwwerken in het invloedsgebied moet vanaf nu al rekening worden gehouden met deze peilstijging. Er moet ruimte worden gereserveerd voor dijkverhogingen, soms in dichtbebouwde stedelijke gebieden zoals bijvoorbeeld in Amsterdam, Zwolle of Kampen. In de regionale watersystemen is in de toekomst extra bergingsruimte nodig omdat water bij een hoger meerpeil moeilijker kan worden afgevoerd naar het IJsselmeersysteem. Ook moeten alle functies in en rond het IJsselmeergebied stap voor stap aangepast worden aan hogere waterpeilen.

(13) Bron: Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat, Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit, Ministerie van Binnenlandse Zaken en Koninkrijksrelaties (2022), Nationaal Water Programma 2022-2027.

Reguliere 'maakbare praktijk'	Ongewenst lange termijn effect	Water en bodem sturend
Reguliere 'maakbare praktijk' Ongewenst lange termijn effect Water en bodem sturend Bij het ontwerp van ruimtelijke plannen wordt rekening gehouden met het huidige peilbesluit.	Hoe meer ruimtelijke ontwikkelingen en functies het huidige waterpeil als uitgangspunt nemen, hoe moeilijker het wordt om het waterpeil in de toekomst aan te passen aan klimaatverandering.	Bij ruimtelijke ontwikkelingen rekening houden met toekomstige peilstijgingen. Ruimte reserveren voor toekomstige dijkversterkingen in het hele gebied en voor waterberging in regionale watersystemen. Door meer flexibiliteit te creëren ontstaat ook de mogelijkheid de natuurlijkheid van het peilverloop van de meren verder te herstellen.
Bouwen in buitendijkse gebieden van de meren en vrij afwaterende rivieren en beken.	Het bouwpeil van de buitendijkse ontwikkelingen beperkt de mogelijkheden om het meerpeil in de toekomst te verhogen.	Bij buitendijkse ontwikkelingen zoals Amsterdam Bay Area, rond Zwolle of bij de ontwikkeling van natuureilanden in het Markermeer rekening houden met forse peilstijgingen (bouwen op klimaatdijken) of zelfs niet meer bouwen in buitendijkse gebieden.



Figuur 3.5 Indicatie toename breedte dijken (door versterkingen) bij 1 m zeespiegelstijging<sup>(14)</sup>



Figuur 3.6 Kaartbeeld met (buitendijkse) gebieden langs het hoofdwatersysteem die mogelijk te maken krijgen met hogere waterstanden ten gevolge van zeespiegelstijging en veranderingen in rivierwaterafvoeren. De kaart laat ook zoekgebieden voor Ruimte voor de Riviermaatregelen zien vanuit verschillende eerdere studies zoals de blokkendoos PKB en Maas en de spankrachtstudie<sup>(15)</sup>

(14) Bron: rapport Sweco, Defacto (2022). Water en bodem sturend voor ruimtelijke planvorming - discussiestuk en onderbouwing. Bewerking figuur voor rapportage, Defacto (2022). Data Deltares (2022), Presentatie: Zeespiegelstijging en het rivierengebied. (15) Bron: Rapport Sweco, Defacto (2022). Water en bodem sturend voor ruimtelijke planvorming - discussiestuk en onderbouwing. Bewerking figuur voor rapportage, Defacto (2022). Data Deltares (2022), Bodem en water als basis.

## Gemeentelijke visies voor bodem en ondergrond

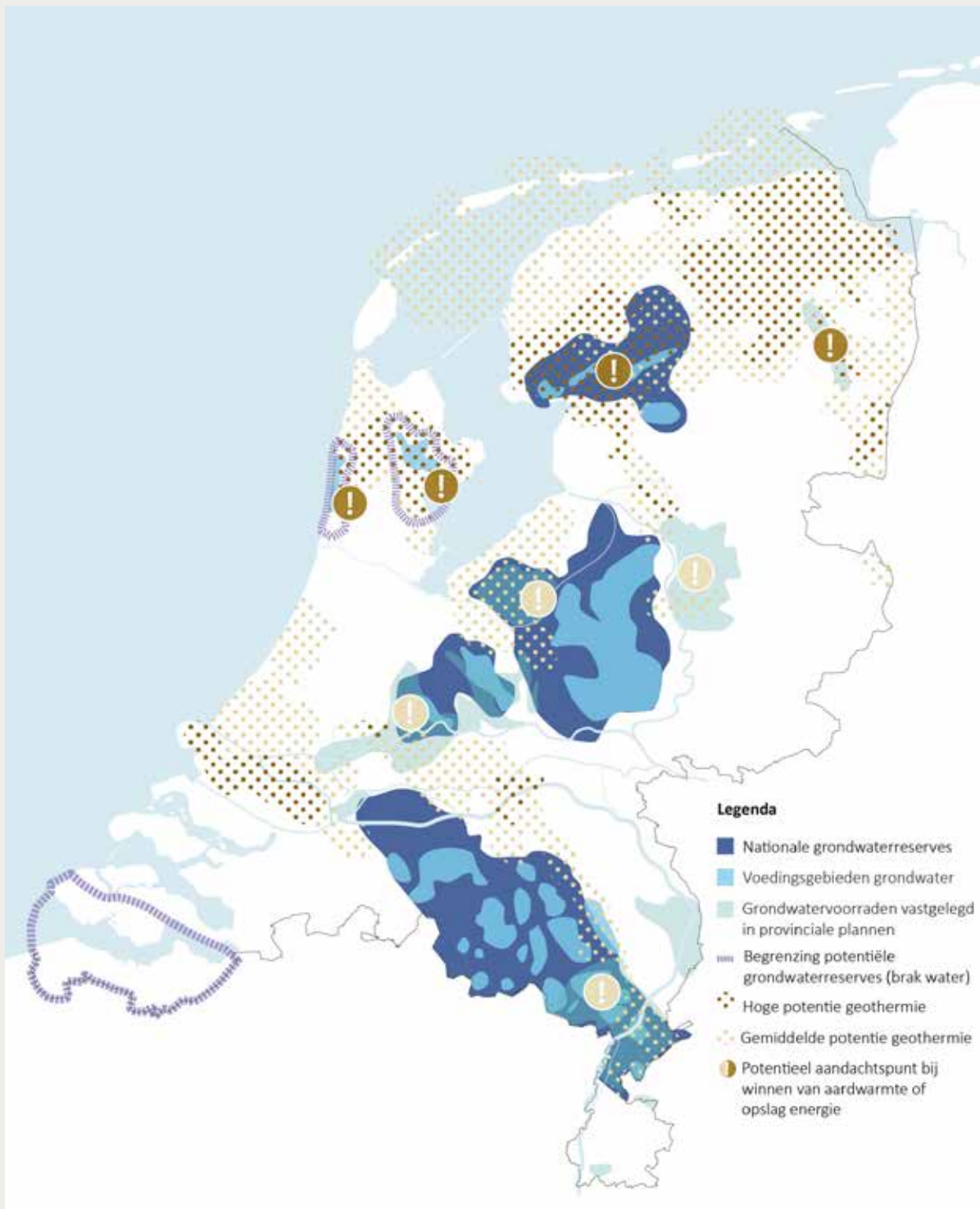


Bodems zijn de belangrijke sponsen die water vasthouden en schadelijke stoffen filteren, en van vitaal belang voor de voedselvoorziening. De diepere ondergrond is van belang voor de opslag van drinkwater. Ook doet de energietransitie een groot beroep op de ondergrond voor warmte-koude opslag, geothermie en opslag van CO<sub>2</sub>. Als gevolg van bodemafdekking, verdichting door zware machines, overexploitatie, bemesting, gebruik van bestrijdingsmiddelen en door verdroging is de kwaliteit van de bodem en ondergrond op veel plekken echter niet goed. Als gevolg hiervan neemt de kwaliteit van het bodemleven en de bodemvruchtbaarheid af, zijn bodems minder goed in staat vervuilende stoffen te filteren en water vast te houden en komen steeds meer vervuilende antropogene stoffen terecht in grondwatervoorraden. In stedelijke gebieden is de ondergrond overvol waardoor er weinig ruimte is voor nieuwe ruimtevragers, zoals de energietransitie. Door het grote aantal boringen voor de energietransitie ontstaan nieuwe risico's voor de kwaliteit van onze grondwatervoorraden wanneer boringen niet goed worden uitgevoerd of afgedicht.

Bij de inrichting en het beheer van bodem en ondergrond is een omslag nodig van het bestrijden van verontreinigingen naar het preventief beschermen van de bodem- en grondwaterkwaliteit en het behouden van ecosysteemdiensten voor levering van drinkwater, voedselproductie, een gezonde leefomgeving en energievoorziening. Voorwaarde voor ruimtelijke ontwikkelingen is dat deze niet leiden tot aantasting van deze diensten voor de volgende generatie. Dit kan door te sturen op vermindering van de bodemafdekking, vermijden van ontwikkelingen op waardevolle bodems, hergebruik van gebruikte locaties, minimaliseren van grondverzet of minimaliseren van de doorboring of verstoring van bodemlagen.

### **Gemeentelijke Visies voor de Bodem en Ondergrond**

Om te zorgen voor een toekomstbestendige en vitale bodem zal deze duurzaam, veilig en efficiënt moeten worden gebruikt. Er is balans nodig in de benutting van de ecosysteemdiensten die het water- en bodemsysteem levert en de natuurlijke aanvulling ervan. Gemeentelijke Visies voor de Bodem en Ondergrond zijn een belangrijk hulpmiddel om grip te krijgen op de kansen en knelpunten in het gebruik van bodem en hoe daar sturing aan kan worden geven. Deze visies maken duidelijk welke maatschappelijke opgaven er zijn in de gemeente, welke ambities de gemeente heeft om bodem en ondergrond duurzaam te benutten en welke instrumenten de gemeente kan inzetten om die ambities te realiseren.



Figuur 3.7 Indicatie van nationale grondwaterreserves en geothermiepotentie<sup>(16)</sup>

(16) Bron: Sweco, Defacto, Antea Group en Deltares (2021). Bodem en water als uitgangspunten voor ruimtelijke ontwikkeling, inrichting en beheer.



De toepassing van water en bodem sturend kan plaatsvinden tijdens de verschillende fasen van het ruimtelijk planproces: locatiekeuze, inrichting en beheer. Dit wordt hieronder geïllustreerd aan de hand van enkele voorbeelden voor het betrekken van bodem en ondergrond in het planproces.

Reguliere 'maakbare praktijk'	Ongewenst lange termijn effect	Water en bodem sturend
Bij locatiekeuzes wordt niet of nauwelijks rekening gehouden met de geschiktheid van bodem- en ondergrond.	De gevolgen van slechte locatiekeuzes worden afgewenteld naar de beheerfase. Ecosysteemdiensten komen onder druk te staan.	Op basis van verschillende bodem- en ondergrondkwaliteiten wordt gekeken wat de beste locatie is voor een functie. Bij de positionering van een woonwijk zijn o.a. draagkracht, hoogteligging, bodemsamenstelling en potentie voor bodemenergie bepalend. Bij de positionering van een zonnepark kunnen bijvoorbeeld bodemvruchtbaarheid, landschappelijke kwaliteit of biodiversiteit meewegen.
Inrichting en beheer op basis van stedenbouwkundig plan met focus op bovengrondse functie-indeling.	Onvoldoende ruimte in de ondergrond voor toekomstige functies en ontwikkelingen (zoals de energietransitie). Hogere beheer- en onderhoudskosten door complexe operaties.	Bij de inrichting van een functie wordt ingespeeld op de lokale bodem- en ondergrondeigenschappen. Verschillen in bodemopbouw en grondwaterstand wegen mee in de positionering van infrastructuur, gebouwen, groen, klimaatadaptatiemaatregelen of bodemenergiesystemen.  Door ook in te spelen op verwachte ontwikkelingen in de toekomst (bijv. aanleg warmtenet) ontstaat '4D-ordering' van de ruimte, waarbij de ondergrondse ruimte volwaardig betrokken wordt in zowel planvorming, inrichting als beheerfase.
Beheer gericht op individuele doelen van de gebruiker	Ecosysteemdiensten komen onder druk te staan.	Het gebruik en beheer van bodem en ondergrond inrichten op het in stand houden of verbeteren van de natuurlijke kwaliteiten, zodat het leveren van ecosysteemdiensten in stand blijft. Monitoring van die kwaliteiten is daarbij essentieel.

## Zuidplaspolder en NOVEX-gebied Regio Zwolle



De woningbouwopgave tot 2030 bestaat uit meer dan 900.000 woningen waarvan er op dit moment ongeveer 300.000 zijn voorzien in kwetsbare gebieden vanuit het oogpunt water en bodem, zoals zettingsgevoelige, natte of buitendijkse gebieden. Klimaatbestendigheid speelt maar een beperkte rol in locatiekeuzes<sup>(17)</sup>. In de verstedelijkingsopgave wordt nog lang niet altijd rekening gehouden met de gevolgen van extreme weersituaties en zeespiegelstijging of een aanpasbare inrichting om ook klimaateffecten op lange termijn op te kunnen vangen. Door onvoldoende kwaliteit van het bouwrijp maken worden hoge beheerlasten doorgeschoven naar volgende generaties, waardoor momenteel de beheerkosten voor de openbare ruimte en infrastructuur in zettingsgevoelig gebied twee keer zo hoog zijn als gemiddeld. In figuur 3.4 is de geschiktheidskaart opgenomen voor woningbouw op basis van beperkingen van het water- en bodemsysteem.

### Ontwikkeling 'Vijfde dorp' Zuidplaspolder

Een belangrijke afweging voor de bouw van 8.000 woningen in de Zuidplaspolder is de strategische ligging tussen Rotterdam, Utrecht en Den Haag. Er is veel kritiek geweest op de locatiekeuze vanuit een principieel standpunt dat het in het licht van de stijgende zeespiegel onwenselijk zou zijn om in diepe polders onder zeeniveau te bouwen. Naast deze meer principiële discussie over de locatiekeuze, zijn inrichtings- en ontwerpkeuzes minstens zo belangrijk voor een klimaatbestendige en duurzame ontwikkeling binnen de planontwikkeling. Het plangebied heeft een afwisselende kleibodem met op plekken resten veen en delen zand. In het midden van het plangebied ligt een oude kreekkrug die iets hoger ligt met een stevigere ondergrond en die minder gevoelig is voor bodemdaling. In het diep gelegen plangebied is de waterkwaliteit slecht door kwel vanuit het grondwater. Het watersysteem is versnipperd met veel verschillende peilvakken door verschillen in bodemdaling en is daarmee kwetsbaar voor extreme neerslag. De bodem daalt in delen van het gebied met ca. 2-5mm/jaar. Zeespiegelstijging zorgt op termijn voor grotere overstromingsrisico's en hogere kweldruk.

Vanwege deze locatiefactoren hanteert de gemeente water en bodem sturend als uitgangspunt voor de planontwikkeling. De dichte bebouwing vindt plaats op de hoger gelegen kreekkrug waar de ondergrond het stevigst is. Het waterpeil wordt verhoogd en is gebaseerd op de lange termijn ontwikkeling van de kweldruk, waardoor de waterkwaliteit naar verwachting beter wordt. Met de herinrichting van het gebied worden tegelijk de versnipperde peilgebieden samengevoegd tot enkele robuuste peilgebieden met een flexibel waterpeil die beter in staat zijn extreme neerslag op te vangen. Bij het bepalen van het bouwpeil is in de berekeningen uitgegaan van een zeespiegelstijging van 2 meter. Berekeningen toonden aan dat de ligging binnen dijkkring 14 (de dijkkring waarin het grootste deel van de Randstad ligt) ook bij extreme zeespiegelscenario's niet tot significant hogere overstromingsrisico's leidt dan op andere bouwlocaties in de Randstad.

(17) Bron: Ambient (2019) Advies aanpak knelpunten klimaatadaptief bouwen.

# Geschiktheidskaart bebouwing met geplande woningen tot 2029<sup>1</sup>

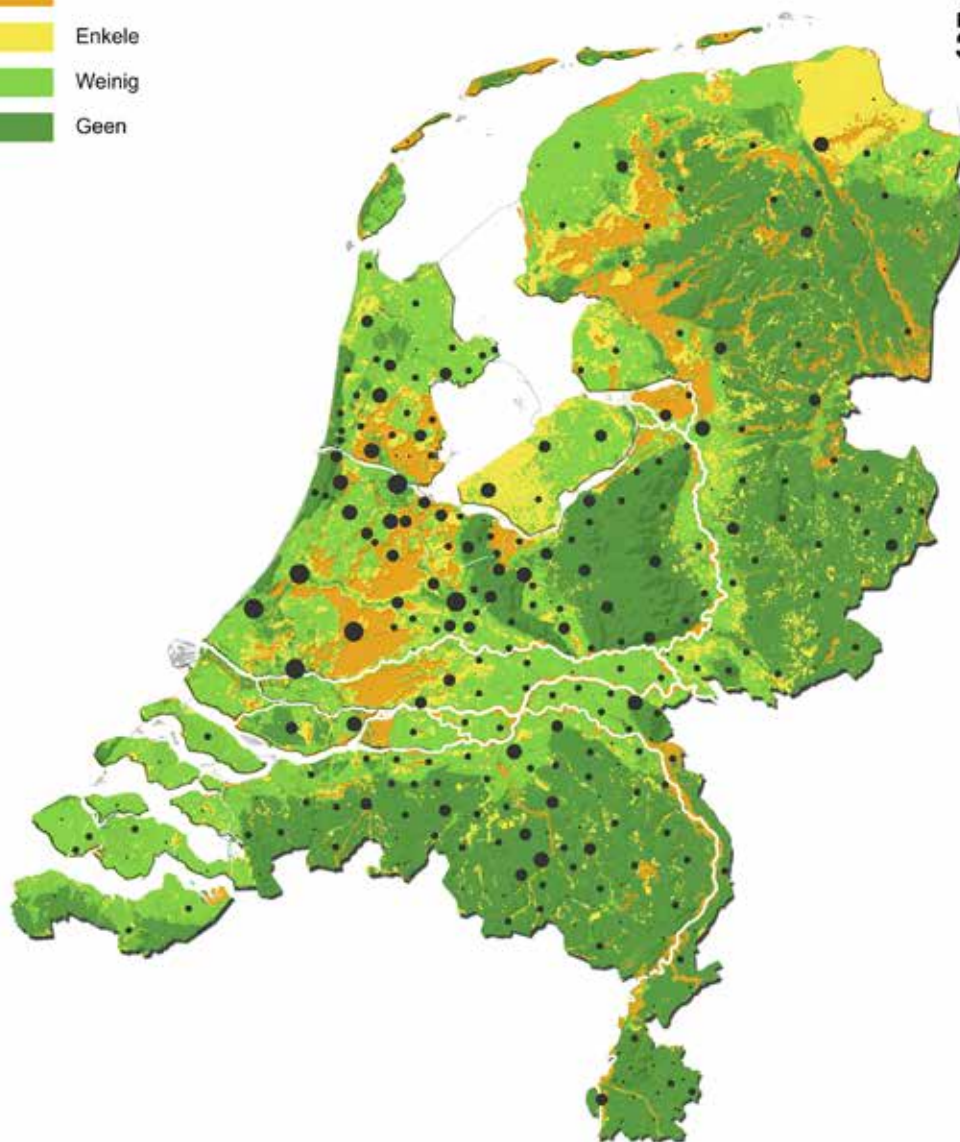
SWECO 

## Beperkingen woningbouw

-  Veel
-  Enkele
-  Weinig
-  Geen

Deltares





Bosch  
Slabbers



## Bouwplannen 2021-2029<sup>2</sup>

-  0 - 500 woningen
-  500 - 2.500 woningen
-  2.500 - 10.000 woningen
-  10.000 - 25.000 woningen
-  >25.000 woningen

## Geschiktheidskaart per type ondergrond

-  Slap en/of overstroombaar buitendijks
-  Zettingsgevoelig en/of nat
-  Zout en/of overstroombaar binnendijks
-  Droog en/of overig

<sup>1</sup> Combinatie van Nationale Woningbouwkaart (ABF, 2021) en Geschiktheidskaart: bebouwing (Deltares, BoschSlabbers en Sweco, 2021)

<sup>2</sup> De woningbouwopgave is geprojecteerd in het midden van de desbetreffende gemeente

Figuur 3.4 Geschiktheidskaart bebouwing<sup>(18)</sup>

(18) Bron: Sweco, Defacto, Deltares en Ecorys (2021) Bouwstenenrapport: Het effect van klimaatverandering op de woningbouwopgave. Deltacommissaris. Bewerking figuur rapport Op Waterbasis voor rapportage.

Reguliere 'maakbare praktijk'	Ongewenst lange termijn effect	Water en bodem sturend
Bij locatiekeuzes wordt niet of nauwelijks rekening gehouden met de geschiktheid van het water- en bodemsysteem maar vooral met grondposities, beschikbare ruimte of aanwezige infrastructuur.	Nieuwbouw vindt plaats op ongeschikte locaties die in geval van een dijkdoorbraak snel en/of diep overstromen, op slappe ondergrond met hoge beheerkosten tot gevolg, of op plekken die nodig zijn om water meer ruimte te geven.	Functies in het plangebied positioneren op basis van kenmerken van het bodem- en watersysteem. Hogere dichtheid op stabielere ondergrond (kreekrug), extensieve bouwwijzen en groen-blauwe functies op lagere en slappere delen.
Ontwerp op basis van normen die gebaseerd zijn op weersextremen tot maximaal 2050.	Er is onvoldoende nagedacht over bovennormatieve weersextremen wat kan leiden tot gevaarlijke situaties. Ook wordt geen rekening gehouden met noodzakelijke aanpassingen om verdergaande klimaatverandering na 2050 te kunnen opvangen.	Naast een toets aan de reguliere normen is ook 'de waterbom' doorgekeurd. Door water op te vangen in extensief ingerichte gebieden en het gebied in te richten op peilfluctuatie worden grote schade en slachtoffers voorkomen.  Gezien de levensduur van de wijk (>100 jaar) wordt rekening gehouden met meer ruimte voor water na 2050 door alternatieve bouwwijzen, tijdelijke bestemmingen of meervoudig ruimtegebruik.
In het ontwerp wordt geen rekening gehouden met dijkdoorbraken of lange termijn effecten zeespiegelstijging.	Bij een onwaarschijnlijke situatie van een dijkdoorbraak en niet sluitende waterkeringen zijn er beperkte schuilmogelijkheden met risico op slachtoffers tot gevolg.	Bij de keuze van het bouwpeil is rekening gehouden met mogelijke overstromingsdieptes bij 2m zeespiegelstijging. Gevolgbeperking door droge verdiepingen en shelters.
Geen harde eisen aan grondwaterstanden en bodemdaling.	Conventionele methodes voor bouwrijp maken zijn gericht op minimale ophoging en houden bodemdaling en kwel in stand.	De verstedelijking leidt op lange termijn (>100 jaar) niet tot het verlagen van waterstanden, toename van (slechte) kwel, verzilting en het versnellen van bodemdaling. Door integrale peilverhoging in het gebied wordt bodemdaling tegen gegaan.
Bij de inrichting van een gebied worden geen eisen gesteld aan de zoetwaterbehoefte in tijden van droogte.	Door lange perioden van droogte en toename van slechte kwel neemt de behoefte aan doorspoeling met water uit het regionale watersysteem toe. Tegelijk neemt juist de beschikbaarheid van dit water af, wat kan leiden tot verdroging van dit stedelijk groen of een slechte waterkwaliteit.	In de uitwerking van de plannen wordt rekening gehouden met perioden van droogte. Het gebied wordt ingericht met een flexibel waterpeil om langere periodes van droogte te overbruggen. De inrichting van bomen en struiken is divers en richt zich op verschillende weersomstandigheden.

#### Klimaatbestendig sponslandschap sturend voor de verstedelijkingsstrategie Regio Zwolle

De Regio Zwolle is aangewezen als een van de NOVEX gebieden met klimaatadaptatie als speciaal aandachtspunt. Het is de ambitie om van Zwolle een voorbeeldregio te maken en te ontwikkelen als veerkrachtige en toekomstbestendige delta, nu en in de toekomst (2100). Tegelijk is de regio vanwege haar ligging in de IJsseldelta kwetsbaar voor effecten van klimaatverandering. Nu al kan bijvoorbeeld het watersysteem rond Zwolle piekafvoeren vanuit de Vecht of de Sallandse Weteringen maar moeizaam verwerken. Een toename van neerslag maakt dit probleem groter. Een toekomstige stijging van het meerpeil van het IJsselmeer heeft direct gevolgen voor de binnenstad van Zwolle en de gebieden langs de IJssel. De drinkwatervoorziening loopt tegen capaciteitsgrenzen op, waardoor in de toekomst mogelijk niet overal voldoende capaciteit kan worden gegarandeerd. Belangrijk dus om bij verdergaande verstedelijking te anticiperen op een toename van klimaateffecten en tegelijk te onderzoeken hoe gebiedstransformaties kunnen helpen om ook bestaande problemen op te lossen.

De gebiedspartijen hebben daarom gezamenlijk een 'sponsstrategie' opgesteld: zeven ontwerpprincipes gericht op het vergroten van de sponswerking van het gebied door water zo veel mogelijk vast te houden waar het valt. Daarnaast is uitgewerkt wat de betekenis is van water en bodem sturend voor verstedelijking in verschillende landschapstypen. Als onderlegger voor de verstedelijkingsstrategie worden klimaatscenario's uitgewerkt waar effecten van zeespiegelstijging en toename van neerslag, droogte en hitte de regio raken. Deze worden vertaald naar concrete uitgangspunten voor ondergrond, grondwater, watersysteem en waterketen. Op grond hiervan wordt in beeld gebracht waar wél kan worden gebouwd, waar onder voorwaarden, en waar echt niet. Tegelijk worden de kansen in beeld gebracht waar adaptatiemaatregelen en de verstedelijkingsstrategie elkaar kunnen versterken door ze in samenhang op te pakken. In onderstaande tabel zijn voorbeelden opgenomen welke aanvullende eisen ontstaan door water en bodem sturend te maken.

Reguliere 'maakbare praktijk'	Ongewenst lange termijn effect	Water en bodem sturend
Geen specifieke eisen aan nieuwbouw op hoger gelegen zandgronden.	Mogelijkheden om water vast te houden op de hogere gronden worden beperkt als nieuwbouw onvoldoende rekening heeft gehouden met hogere grondwaterstanden.	In het ontwerp zo veel mogelijk water infiltreren. In het ontwerp rekening houden met een stijging van de grondwaterstand.
Geen specifieke eisen aan bouwen in beekdalen.	Risicovolle situaties wanneer door klimaatverandering beekafvoeren toenemen. Mogelijkheden voor vergroten spons en vernetting worden beperkt bij nieuwbouw onderin de beekdalen.	Niet bouwen onderin beekdalen en laagtes, rekening houden met waterstanden tot aan maaiveld door toename afvoer, beekherstel en waterberging.
Traditioneel bouwrijp maken in zettingsgevoelige gebieden.	Onvoldoende kwaliteit van bouwrijp maken wentelt kosten af naar de beheerfase.	Aanscherpen van de restzettingseis over een langere periode om de levensduur van infrastructuur te vergroten en onderhoudskosten te beperken.
Er mag niet worden gebouwd in vrijwaringszone van waterkeringen.	Verandering van rivierafvoeren en toename IJsselmeerpeil vraagt om hogere dijken. Op plekken waar de bebouwing tot aan de dijk staat moeten hoge kosten worden gemaakt.	Rekening houden met toekomstige peilverhoging IJsselmeergebied (en IJssel, Vecht, etc.) en toekomstige dijkversterkingen. Langs de rivier alleen bouwen op Klimaatdijken, insnoering van de rivier voorkomen en niet buitendijks bouwen in het bovenrivierengebied. Rekening houden met vernetting in de kwelzone van de dijk als gevolg van hogere waterstanden.
Geen specifieke eisen aan bouwen in overstroombaar gebied.	Bij een onwaarschijnlijke situatie van een dijkdoorbraak en niet sluitende waterkeringen zijn er beperkte schuilmogelijkheden met risico op slachtoffers tot gevolg.	In polders ook rekening houden met dijkdoorbraken en gevolgbeperkende maatregelen nemen (verhoogde aanlegpeilen, evacuatiemogelijkheden, shelters, etc.)
Bij bouwen in bestaand stedelijk gebied doorgaans als norm gehanteerd dat de verharding niet mag toenemen en/of de waterberging niet mag afnemen.	Door verdergaande klimaatverandering neemt het risico op wateroverlast toe wanneer de waterberging in de stad niet toeneemt.	Adaptieve inrichting als ontwerpnorm, aanpasbaar in geval van verdere klimaatverandering. Zo veel mogelijk zelfvoorzienend watersysteem.
Drinkwaternet wordt uitgebreid naar stedelijke uitbreidingslocaties.	Door knelpunten in de waterbeschikbaarheid kan levering niet langer overal worden gegarandeerd.	Maak lange termijn beschikbaarheid mede bepalend voor locatiekeuzes.

## Peilfixatie restveengebied Moordrecht



Door de ontwatering voor gebruik van het veenweidegebied is een vicieuze cirkel ontstaan van veenoxidatie, bodemdaling en waterpeilverlaging. De bodem daalt in een gebied van 220.000 ha met ongeveer een centimeter per jaar. De oxidatie van het veen leidt tot 3% van de jaarlijkse uitstoot van broeikasgassen in Nederland en een slechte waterkwaliteit door de uitspoeling van nutriënten en toename van zoute kwel. Bodemdaling en verzakkingen leiden gemiddeld genomen tot hogere beheer- en onderhoudskosten voor wegen en riolering<sup>(19)</sup>. De waterpeilverlaging leidt tot verdroging van kwetsbare veenmoerassen en steeds grotere overstromingsrisico's en risico op schade van houten paalfunderingen van zo'n miljoen woningen<sup>(20)</sup>. Opwarming van het klimaat zal de veenafbraak versnellen.

### Peilfixatie restveengebied Moordrecht

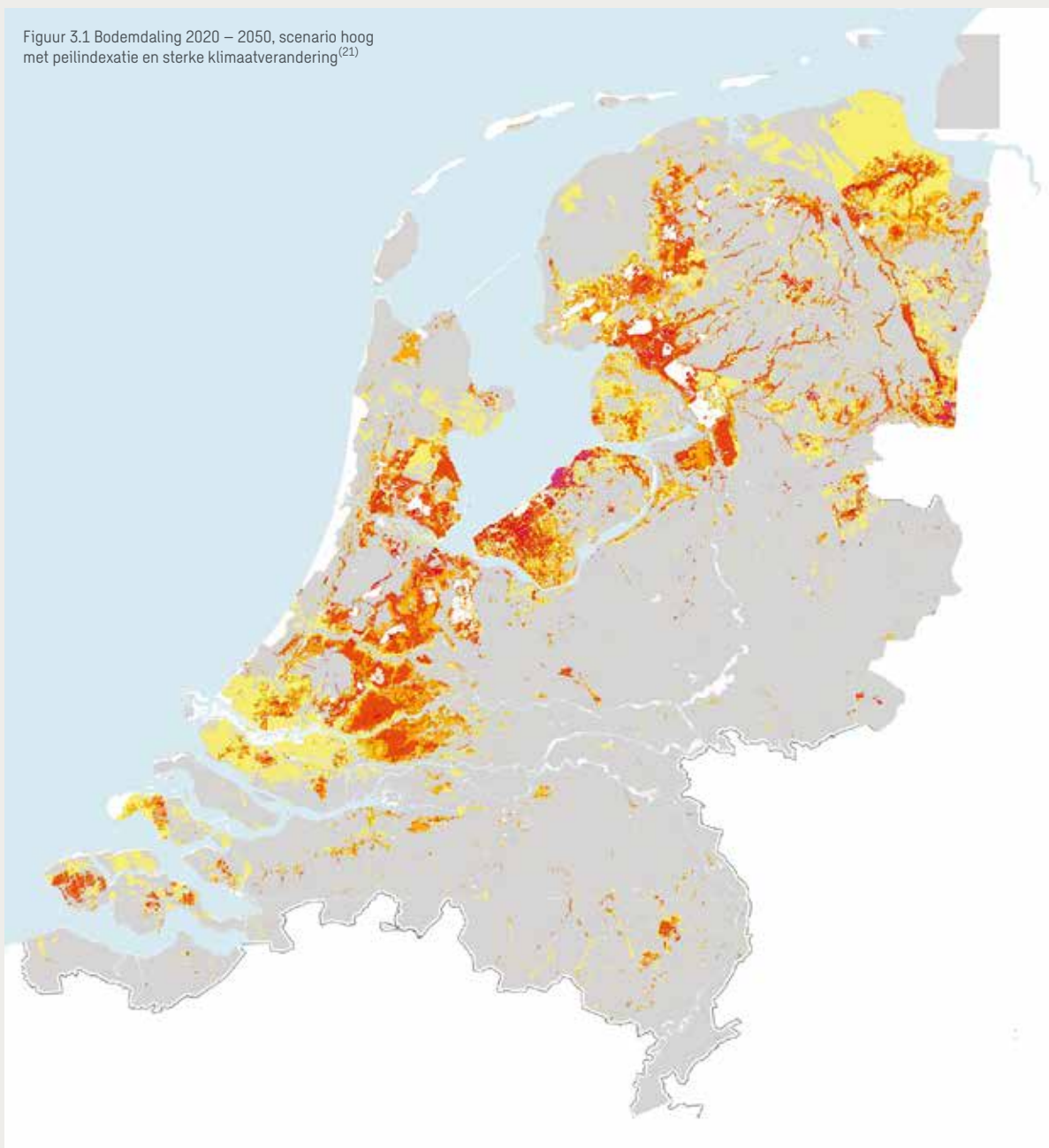
Een groot deel van deze problemen speelt ook in het restveengebied van Moordrecht. De weilanden in het restveengebied in het zuidoosten van de Zuidplaspolder liggen zo'n 6,5 meter onder NAP en vormen daarmee het laagste punt van Nederland. Door de bodemdaling wordt het gebied steeds natter en door de afname van de druk van de bodem ontstaat opbarsting: de bodemlaag tussen het slotwater en het grondwater wordt zo dun dat deze omhoog gedrukt wordt. Hierdoor stroomt zout en ijzerrijk grondwater naar het oppervlaktewater. Om de polder droog te houden wordt het water door het Abraham Kroesgemaal 7,5 meter omhoog gepompt naar de Hollandse IJssel.

De afgelopen 19 jaar is het waterpeil in het restveengebied in het zuidoosten van de Zuidplaspolder al niet meer aangepast. Verdere peilverlagingen vergroten de problemen van bodemdaling en opbarsting, waardoor in dit gebied de grens van het waterbeheer echt is bereikt. Om de vicieuze cirkel van bodemdaling en uitstoot van broeikasgassen definitief te doorbreken heeft het Hoogheemraadschap van Schieland en de Krimpenerwaard in 2022 een peilbesluit aangenomen waarin is vastgelegd dat het waterpeil niet verder wordt verlaagd. Dit heeft grote gevolgen, met name voor het agrarisch gebruik. Het Hoogheemraadschap heeft daarom toegezegd samen met de agrariërs na te denken over de bestemming van het gebied, zodat er perspectief komt voor de boeren die er wonen.

(19) Bron: Sweco (2018), managementrapportage – kosten in beeld. Platform Slappe Bodems.

(20) Bron: Kennis Centrum Aanpak Funderingsproblematiek (2022), Omvang funderingsproblematiek, kennisbank.

Figuur 3.1 Bodemdaling 2020 – 2050, scenario hoog met peilindexatie en sterke klimaatverandering<sup>(21)</sup>



Reguliere 'maakbare praktijk'	Ongewenst lange termijn effect	Water en bodem sturend
Periodiek verlagen waterpeil met de bodemdaling om het landgebruik te blijven faciliteren.	Steeds verdergaande bodemdaling en verlaging waterpeil, CO2-uitstoot, opbarsting, verrommeling, schade aan wegen en funderingen, hoge onderhoudskosten.	Niet langer verlagen of zelfs verhogen waterpeil om daarmee bodemdaling als gevolg van veenoxidatie en CO2 uitstoot te verminderen. Met landgebruik aansluiten bij nattere omstandigheden.
Aanvoer gebiedsvreemd water om waterkwaliteit goed te houden.	Afhankelijkheid van wateraanvoer verhoogt de druk op waterbeschikbaarheid in droge perioden.	Vernatting van het veen leidt mogelijk tot een nog grotere waterafhankelijkheid. Deels kan dit worden opgevangen door flexibel peilbeheer.

(21) Bron: Rapport Sweco, Defacto (2022). Water en bodem sturend voor ruimtelijke planvorming - discussiestuk en onderbouwing. Bewerking voor rapportage, Defacto (2022) Data, klimateffectatlas Kaart bodemdaling 2020-2050 hoog.

## Eemszijlen



Door de stijging van de zeespiegel neemt de verzilting via het watersysteem toe. Door de toename van de grondwaterdruk zullen met name laaggelegen kustgebieden te maken krijgen met een toename van zoute kwel. Daarnaast neemt zoutindringing langs de kust toe via het open water. Met name in de eerste 10 tot 20 kilometer langs de kust is dit effect merkbaar. Natuur, landbouw en drinkwatervoorziening ondervinden hier schade van. 14% van het landoppervlak van Nederland heeft te maken met verzilting of heeft hier kans op<sup>(22)</sup>. Hiervan betreft ruim 80% agrarisch gebruik, waarvan 4% kapitaalintensieve bollenteelt. Door afname van de waterbeschikbaarheid om verziltende gebieden door te spoelen, en door toename van droogte, waardoor zoetwaterlenzen in zoute gebieden sneller uitgeput raken, neemt de kans op schade snel toe.

Doorspoelen van het watersysteem vraagt nu al ca. 40% (800 miljoen m<sup>3</sup>!) van de zoetwatervraag in de zomer<sup>(23)</sup>. Ter vergelijking, dat is het dubbele van de beschikbare buffer in het hele IJsselmeergebied, waarmee een derde van Nederland wordt voorzien van zoet water.

### Eemszijlen

Het project Eemszijlen heeft als doel om de kustzone langs de Eems-Dollard voor te bereiden op de lange termijn klimaateffecten van zeespiegelstijging en verzilting, zodat het gebied ook op lange termijn geschikt blijft om te werken, wonen en recreëren. Door ver vooruit te kijken kan het gebied zich stapsgewijs aanpassen aan deze lange termijn effecten en waar mogelijk gebruik worden gemaakt van (langzame) natuurlijke processen. Een adaptieve aanpak zorgt bovendien voor wendbaarheid en flexibiliteit richting de toekomst zodat kan worden meebewogen met nieuwe trends en ontwikkelingen.

Slib uit de Eems-Dollard wordt gebruikt om de kustzone geleidelijk op te hogen, waarbij het landgebruik wordt afgestemd op de zilte omstandigheden. Via een doorlaat in de dijk wordt met de beweging van eb en vloed gecontroleerd slibrijk zout water de Groote Polder ingelaten. Doordat het slib bezinkt wordt de polder op natuurlijke manier opgehoogd en kan het land ook op langere termijn gebruikt worden voor landbouw, recreatie en natuur. Ook kan meer zoet water worden vastgehouden wat de afhankelijkheid van aanvoer van zoetwater verkleint. Door het onttrekken van slib wordt tegelijk een bijdrage geleverd aan het ecologisch herstel van het Eems-Dollard-systeem.

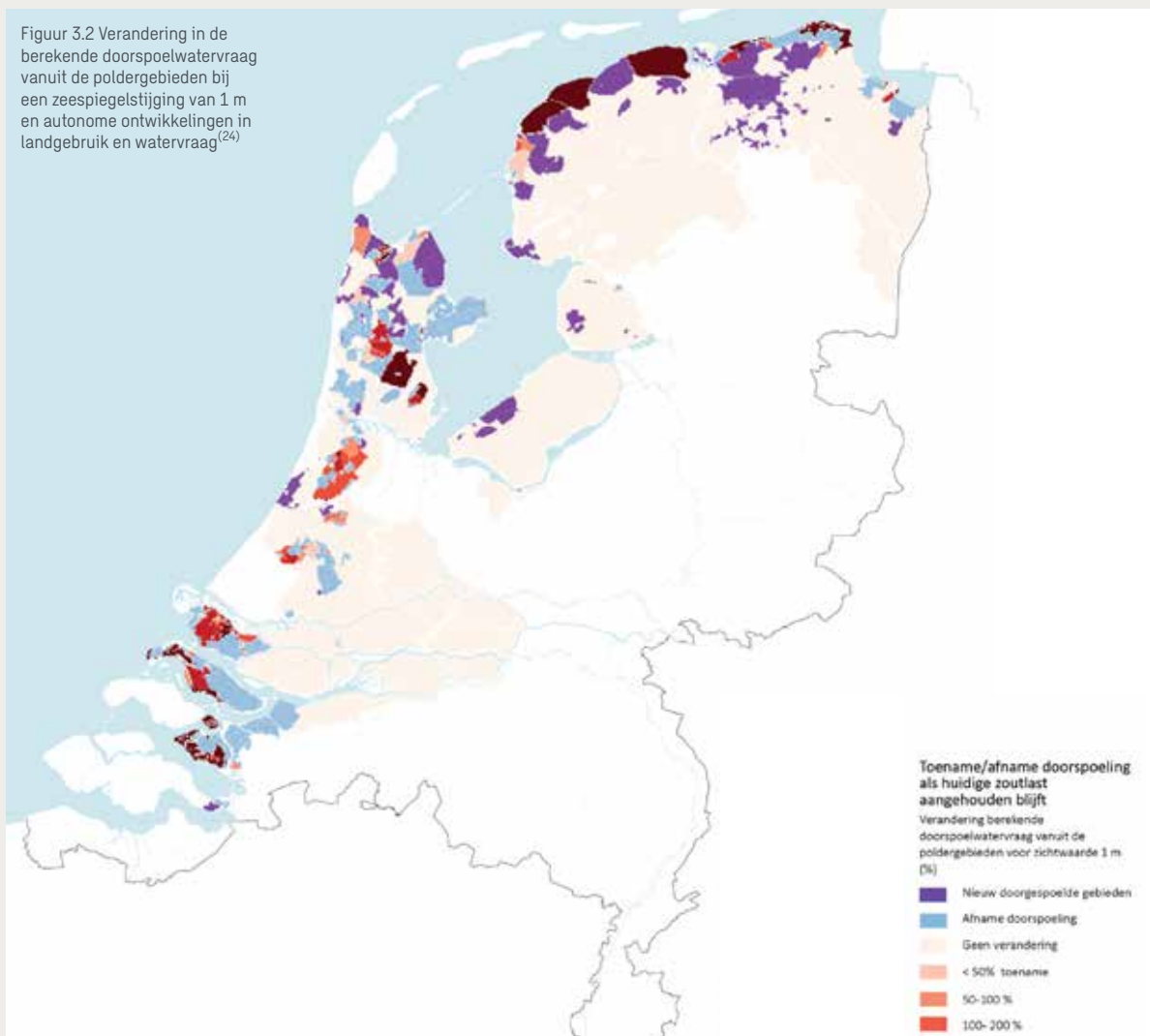
In de toekomst kan het project worden opgeschaald door te werken met het concept van wisselpolders, waarbij polders cyclisch worden gevoed met slib en zout water. Gedurende die periode (ca. 5-6 jaar) wordt ingezet op aangepaste vormen van landbouw (bijvoorbeeld zilte teelt) of het leveren van klei voor de dijkversterking (kleirijperijen). Andere polders worden (blijvend) ingericht als natuurgebieden, passend bij het karakter van de ondergrond.

(22) Bron: Sweco, Defacto. (2022). Water en bodem sturend voor ruimtelijke planvorming - discussiestuk en onderbouwing.

(23) Bron: Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat (25 november 2022), Kamerbrief Water en bodem sturend.



Figuur 3.2 Verandering in de berekende doorspoelwater vraag vanuit de poldergebieden bij een zeespiegelstijging van 1 m en autonome ontwikkelingen in landgebruik en watervraag<sup>(24)</sup>



Reguliere 'maakbare praktijk'	Ongewenst lange termijn effect	Water en bodem sturend
Gebiedsvisies en waterbeheerplannen op korte en middellange termijn veelal gericht op behoud huidig landgebruik en voldoende zoetwaterbeschikbaarheid.	Er worden onvoldoende maatregelen genomen om zoet water vast te houden of de vraag te verkleinen waardoor de totale zoetwatervoorraad steeds verder onder druk komt te staan en functies schade lijden.	Samenhangende gebiedsvisie die rekening houdt met lange termijn effecten van zeespiegelstijging en verzilting dat als kader dient voor ontwikkelingen in landgebruik en inrichting van het watersysteem waardoor de vraag naar zoetwater lokaal afneemt.
Waterpeilen in polders worden periodiek verlaagd met de bodemdaling om landgebruik mogelijk te houden.	De grondwaterdruk neemt toe als gevolg van zeespiegelstijging en bodemdaling wat leidt tot een toename van zoute kwel.	Cyclisch voeden van polders met slib waardoor de bodem langzaam omhoog komt. Inzetten op aangepaste vormen van landbouw zoals zilte teelt afgewisseld met hoogwaardige teelt (aardappelen).
Regulier versterken van de kering tot 2050.	De versterkingsopgave wordt groter in de toekomst waardoor de kosten en behoefte aan materiaal toenemen.	Verhogen kustfundament door vasthouden en nuttig hergebruik van slib met behulp van natuurlijke processen. Slib vasthouden voor toekomstige versterkingen.

(24) Bron: Rapport Sweco, Defacto (2022). Water en bodem sturend voor ruimtelijke planvorming - discussiestuk en onderbouwing. Bewerking figuur voor rapportage, Defacto (2022). Data Deltares (2022), Bodem en water als basis.

Hoge zandgronden

## Herinrichting rond de Tungelroyse beek



Als gevolg van intensieve ontwatering is in de afgelopen honderd jaar de gemiddeld laagste grondwaterstand op de zandgronden met ruim 0,50 m gedaald<sup>(25)</sup>. Op veel plekken daalt de grondwaterstand nog steeds. In de extreem droge jaren 2018 en 2019 werd een factor 2,5 meer grondwater onttrokken voor landbouw dan gemiddeld. Het gevolg van de overmatige afvoer en onttrekking van water is droogteschade voor landbouw en onherstelbare schade voor de natuur. Door intensief landgebruik met zware machines treedt bodemdegradatie op, waardoor de infiltratiecapaciteit en het waterbergend vermogen afneemt. In natte perioden wordt relatief weinig water vastgehouden en bij extreme neerslag treedt snel wateroverlast op in laaggelegen gebieden. Door de hoge belasting met voornamelijk mest en bestrijdingsmiddelen is ook de waterkwaliteit op de zandgronden op de meeste plekken matig tot slecht en worden de doelstellingen van Natura2000 en KRW niet gehaald en neemt het bodemleven af. Ook raken diepe grondwatervorraden meer en meer verontreinigd<sup>(26)</sup>.

Om te komen tot een klimaatbestendige inrichting is het van belang om meer water vast te houden op de zandgronden. De grote verwevenheid aan functies, met vaak wisselende eisen aan het watersysteem, maakt dit complex. Om dit mogelijk te maken is een robuuste functiezonering nodig, gebaseerd op de positie in het watersysteem. Daarnaast mag de jaarlijkse onttrekking van water voor drinkwater, industrie en landbouw niet groter zijn dan de natuurlijke grondwateraanvulling, met name rondom natuurgebieden. De basis om dit mogelijk te maken is registratie van alle grondwateronttrekkingen en monitoring. Beekherstel en vernatting van beekdalen speelt een belangrijke rol om water langer vast te houden. De bodemstructuur kan worden verbeterd door het verhogen van het organisch stofgehalte.

(25) Bron: Jansen (2005) Honderd jaar verdroging in kaart. Stromingen: vakblad voor hydrologen, 28.

(26) Bron: Stowa (2021) Programma Lumbricus, Integrale benadering van een klimaatrobuuste inrichting en beheer van stroomgebieden, een overzicht.

### Herinrichting rond de Tungelroyse beek

In het gebied rondom de Tungelroyse beek en de Raam in Limburg bevinden zich veel functies dicht bij elkaar met sterk wisselende eisen aan het watersysteem. Een intensief afvoer- en drainagesysteem resulteert in verdroging van landbouw en natuur. Natura2000-doelsoorten gaan hierdoor achteruit. Het beekdal is op veel plekken ingesnoerd door bebouwing en heeft weinig ruimte, waardoor bij hoge neerslag wateroverlast optreedt. De waterkwaliteit is slecht door een hoge belasting vanuit landbouw en effluent van RWZI's.

Om het gebied op lange termijn klimaatbestendig te maken en de kwaliteit van water, bodem en natuur te verbeteren is een integrale aanpak nodig. Gebiedspartijen waaronder de gemeente Weert en Waterschap Limburg hebben daarom in het kader van het Interreg programma de handen ineengeslagen om het anders te doen. In diverse werksessies zijn adaptatiepaden ontwikkeld om functies en transitie in synergie met elkaar te brengen en toe te werken naar een toekomstbestendig beekdal. Een aantal voorbeelden van maatregelen die men in gedachten heeft, aansluitend bij water en bodem sturend zijn hieronder omschreven.

Reguliere 'maakbare praktijk'	Ongewenst lange termijn effect	Water en bodem sturend
Het watersysteem is traditioneel ingericht op het afvoeren van water door middel van een intensief ont- en afwateringssysteem. Functies met hoge ontwateringsnormen (bebouwing, golfbanen, landbouw) zijn leidend voor de inrichting van het watersysteem.	Water wordt snel afgevoerd wat leidt tot wateroverlast bij hevige regenval en watertekort in droge perioden.	Vasthouden van water door beekherstel door herprofilering en hermeandering in het beekdal. Herinrichting met overgangszones tussen functies en zonering van landgebruik. Werken aan gezonde bodem met meer vasthoudend en bufferend vermogen door verhogen organische stofgehalte.
Het watersysteem voldoet aan de normen voor wateroverlast door realiseren van waterberging en aanpassen van het peilbeheer	Doordat geen rekening wordt gehouden met bovennormatieve situaties kunnen deze leiden tot disproportionele schade.	Natuurlijk herinrichting van de beek door hermeandering en inrichten brede zonering rond de beek als overgang tussen landbouw en natuur. Samen met gerealiseerde waterberging is het systeem robuuster.
KRW-maatregelen als effluentverbetering, aanpak overstorten en aanpak knelpunten vismigratie.	Diverse losse maatregelen leiden nog niet altijd tot behalen KRW doelstellingen.	Integrale beekdalbrede aanpak in het gebied met brede bufferzones rond de beek, vertragen van de afvoer en bodemherstel, waarin de emissie naar beeksystemen vermindert.

# Discussie en advies

Veel vormen van landgebruik in Nederland wentelen nog altijd negatieve (milieu-)effecten af op het water- en bodemsysteem. Hiermee worden de grenzen van het water- en bodemsysteem op veel plaatsen structureel overschreden. De kwaliteit van het water- en bodemsysteem neemt op veel plekken nog altijd af en ecosysteemdiensten van het water- en bodemsysteem worden langzaam uitgeput. Daarnaast wordt in de planvorming nog onvoldoende rekening gehouden met (cumulatieve) klimaateffecten op systeemniveau en op lange termijn. Om te voorkomen dat de rekening hiervoor wordt verlegd naar de volgende generatie moeten water en bodem sturend worden voor de ruimtelijke planvorming.

Er is echter nog veel onduidelijkheid over wat precies wordt bedoeld met *water en bodem sturend* en hoe dit concreet kan worden toegepast in de planvorming. Met dit white paper hebben wij geprobeerd heldere ontwerpprincipes te formuleren en concrete handvatten te bieden voor toepassing.

## Aanscherping prestatie-eisen

Ondanks dat het principe water en bodem sturend al aan het begin van deze eeuw werd geïntroduceerd zijn het water- en bodemsysteem nog altijd geen belangrijke factor voor locatiekeuzes. Een belangrijke oorzaak daarvoor is ons sterke maakbaarheidsdenken en dat we nog altijd accepteren dat negatieve (milieu-)effecten worden afgewenteld op het water- en bodemsysteem. Het aanpassen van deze praktijk vraagt om daadkrachtige keuzes en bestuurlijke moed. Een belangrijke basis hiervoor is het formuleren én handhaven van heldere prestatie-eisen. De prestatie-eisen uit de regionale klimaatconvenanten en de nationale maatlat bieden een belangrijke basis, maar *water en bodem sturend* vraagt om verdere aanscherping omdat ze gebaseerd zijn op de plangrens en een horizon die veelal niet verder gaat dan 2050. Er zijn aanvullende eisen nodig om ook klimaateffecten op systeemniveau en op de lange termijn mee te nemen in de planvorming.

Ook zijn aanvullende eisen nodig om ecosysteemdiensten en de kwaliteit van het water- en bodemsysteem duurzaam te beschermen. Als gevolg van deze extra eisen stijgen de ontwikkel- en exploitatiekosten voor verschillende vormen van landgebruik op minder geschikte locaties, waardoor het water- en bodemsysteem vanzelf sturend worden in de locatiekeuzes.

## Ontwikkel regionale klimaatadaptatievisies of sponsstrategieën

Water en bodem sturend vraagt om maatwerk in de regio's. Het is daarvoor essentieel dat in regionale klimaatadaptatievisies (of sponsstrategieën) de gewenste lange termijn ontwikkelrichting voor klimaatbestendige landschappen wordt vastgesteld. Deze visies geven aan met welke water- en bodemcondities en klimaateffecten nu en in de toekomst rekening moeten worden gehouden. Daarnaast geven ze aan waar ruimte vrij moet worden gehouden voor toekomstige adaptatiemaatregelen. De ontwikkeling van de Regionale sponsstrategie voor Regio Zwolle is daarvan een goed voorbeeld

Op Rijksniveau moet ruimte worden gereserveerd voor het primaire watersysteem, waaronder extra ruimte voor de rivier, versterking van primaire waterkeringen, grootschalige waterbuffers en grotere peilfluctuaties. Op regionaal niveau gaat het bijvoorbeeld om het aanwijzen van gebieden waar in de toekomst rekening moet worden gehouden met vernatting door vasthouden of bergen van water, verbreding van dijkzones of afvoerkanalen en het in beeld brengen van gebieden waar grote risico's ontstaan in geval van overstromingen of extreme neerslag. Deze integrale regionale adaptatievisies bieden een lange termijn ontwikkelperspectief als kader voor keuzes in de planvorming op korte termijn. In de visies kunnen kansrijke verbindingen worden gemaakt met ruimtelijk-economische ontwikkelingen zoals de woningbouwopgave, energietransitie of de duurzame inrichting van het landelijk gebied. Het ligt voor de hand deze regionale adaptatievisies te koppelen aan de provinciale gebiedsplannen in het kader van het Nationaal Programma Landelijk Gebied. Het is belangrijk dat de nationale maatlat voor klimaatbestendige woningbouw wordt uitgebreid met prestatie-eisen op systeemniveau en voor de lange termijn na 2050

## Versterk de rol van de watertoets

De regionale adaptatievisies vormen het ontwikkelkader voor lokale ruimtelijke ontwikkelingen. De watertoets kan een centrale rol gaan spelen om vroegtijdig in het planvormingsproces te sturen dat de ontwikkeling in lijn is met de adaptatievisie, en op het voorkomen van ongewenste effecten op het water- en bodemsysteem. Hiervoor is het noodzakelijk dat de watertoets weer een dwingend karakter krijgt. De scope van de watertoets moet nadrukkelijk verbreed worden met toetsing van (cumulatieve) effecten op systeemniveau en op lange termijn klimaatbestendigheid.

### **Van maakbaarheid naar aanpasbaarheid**

Tot slot merken we op dat water en bodem sturend maken in de ruimtelijke planvorming een cultuurverandering betekent voor de Nederlandse watersector en ruimtelijke ordening: van maakbaarheid naar aanpasbaarheid. Al eeuwen passen we het water- en bodemsysteem aan het landgebruik aan. Hierom staan we ook wereldwijd bekend. Maar steeds extremere neerslaggebeurtenissen, zoals in Limburg in juli 2021, of de voorspelling van een exponentieel verlopende zeespiegelstijging, laten zien dat we op termijn ernstig rekening moeten houden met steeds heftiger natuurkrachten en blijvend veranderende omstandigheden. Hoewel we al enkele jaren oefenen met het uitdenken van adaptatie-paden is er op dit moment nog weinig ervaring met aanpasbaar ontwerpen en inrichten. De huidige planvorming, instrumenten en financieringsmodellen bieden hiervoor ook weinig ruimte. Op dit punt is in onze ogen vernieuwing nodig.

Om concreet te maken wat water en bodem sturend betekent voor de ruimtelijke ordening zijn door het hele land voorbeelden nodig die laten zien hoe ruimtelijke inrichting voor zowel landbouw, natuur als bebouwd gebied er uit ziet wanneer niet langer wordt afgewenteld. Analoog aan de ervaringen met het Deltaprogramma Ruimtelijke Adaptatie, kan dit bijvoorbeeld door het koppelen van leertrajecten aan voorbeeldprojecten en inzetten van 'water en bodem sturend-coaches' die gemeenten en provincies ondersteunen bij het concreet maken van *water en bodem sturend* bij hun ruimtelijke ontwikkelingen. Door de koppeling aan een programma gericht op leren en kennis delen krijgt het Rijk bovendien feed-back over de toepasbaarheid van de structurerende keuzes uit de Kamerbrief in de praktijk, en op welke punten deze eventueel nog moeten worden aangepast. Dit helpt om de noodzakelijke beweging te maken van maakbaarheid naar aanpasbaarheid.



# Over de auteurs



**Alex Hekman**  
Business director Water bij Sweco

Alex is business director water bij Europa's grootste architecten- ingenieursadviesbureau Sweco, lid van het kernteam Deltatechnologie en voorzitter van het RD&I-programma NL2120, gericht op de opschaling van nature based solutions. Alex is nauw betrokken bij de beleidsontwikkelingen en uitvoeringsprogramma's rond het deltaprogramma, NPLG en de woningbouwopgave. Hij is initiatiefnemer van drie consortia die de oplossingsrichtingen voor zeespiegelstijging concretiseren, en schreef de onderbouwingen voor het Briefadvies van de Deltacommissaris voor klimaatadaptatie woningbouw en de Kamerbrief 'Water en Bodem sturend'. In verschillende essays en whitepapers daagt hij partijen in de watersector uit meer en sneller werk te maken van klimaatadaptatie, te anticiperen op zeespiegelstijging en water en bodem sturend maken in de ruimtelijke ordening.

T +31 6227 924 39    E alex.hekman@sweco.nl



**Nikéh Booister**  
Adviseur klimaatadaptatie bij Sweco

Nikéh werkt als strategisch adviseur aan vraagstukken waar lange termijn onzekerheden verbonden worden aan opgaven en investeringen van nu. Hiermee maakt ze klimaatverandering tastbaar in huidige besluitvorming. Nikéh is sinds 2021 betrokken geweest bij de advisering en ondersteuning van het ministerie van Infrastructuur en Waterstaat voor de achtergrond en onderbouwing van de Kamerbrief 'Water en Bodem sturend'. Ze werkt dagelijks aan het vertalen van de principes van water en bodem sturend en lange termijn klimaatonzekerheden op regionaal en lokaal niveau.

T +31 6 534 394 06    E nikeh.booister@sweco.nl

# Literatuur

- (1) Bron: Deltares, BoschSlabbers & Sweco. (2021). Op Waterbasis: grenzen aan de maakbaarheid van ons water- en bodemsysteem.
- (2) Bron: Sweco, Defacto. (2022). Water en bodem sturend voor ruimtelijke planvorming - discussiestuk en onderbouwing.
- (3) Bron: Ministerie van IenW (2022) Stroomgebiedsbeheerplannen Rijn, Maas, Schelde en Eems 2022-2027.
- (4) Bron: LNV, IPO, BIJ12 (2021) Natuur in Nederland, stand van zaken eind 2020 en ontwikkelingen in 2021.
- (5) Bron: Sweco (2021) Ruimte voor de Toekomst, Flexibel invullen van investeringsopgaven om effecten van zeespiegelstijging in de toekomst te kunnen opvangen.
- (6) Bron: Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat (25 november 2022), Kamerbrief Water en bodem sturend.
- (7) Bron: Arcadis, Tauw (2 december 2022), Maatlat groene klimaatadaptieve gebouwde omgeving, ministerie van BZK, IenW en LNV.
- (8) Bron: Planbureau voor de Leefomgeving (2021) Grote opgaven in een beperkte ruimte.
- (9) Bron: Ministerie van Binnenlandse Zaken en Koninkrijksrelaties (2020), De Nationale Omgevingsvisie.
- (10) Bron: Sweco (2018), managementrapportage – kosten in beeld. Platform Slappe Bodems.
- (11) Bron: Deltares, BoschSlabbers & Sweco. (2021). Op Waterbasis: grenzen aan de maakbaarheid van ons water- en bodemsysteem.
- (12) Bron: Sweco, Defacto, Deltares en Ecorys (2021) Bouwstenenrapport: Het effect van klimaatverandering op de woningbouwopgave. Deltacommissaris.
- (13) Bron: Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat, Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit, Ministerie van Binnenlandse Zaken en Koninkrijksrelaties (2022), Nationaal Water Programma 2022-2027.
- (14) Bron: rapport Sweco, Defacto (2022). Water en bodem sturend voor ruimtelijke planvorming - discussiestuk en onderbouwing. Bewerking figuur voor rapportage, Defacto (2022). Data Deltares (2022), Presentatie: Zeespiegelstijging en het rivierengebied.
- (15) Bron: Rapport Sweco, Defacto (2022). Water en bodem sturend voor ruimtelijke planvorming - discussiestuk en onderbouwing. Bewerking figuur voor rapportage, Defacto (2022). Data Deltares (2022), Bodem en water als basis.
- (16) Bron: Sweco, Defacto, Antea Group en Deltares (2021). Bodem en water als uitgangspunten voor ruimtelijke ontwikkeling, inrichting en beheer.
- (17) Bron: Ambient (2019) Advies aanpak knelpunten klimaatadaptief bouwen.
- (18) Bron: Sweco, Defacto, Deltares en Ecorys (2021) Bouwstenenrapport: Het effect van klimaatverandering op de woningbouwopgave. Deltacommissaris. Bewerking figuur rapport Op Waterbasis voor rapportage.
- (19) Bron: Sweco (2018), managementrapportage – kosten in beeld. Platform Slappe Bodems.
- (20) Bron: Kennis Centrum Aanpak Funderingsproblematiek (2022), Omvang funderingsproblematiek, kennisbank.
- (21) Bron: Rapport Sweco, Defacto (2022). Water en bodem sturend voor ruimtelijke planvorming - discussiestuk en onderbouwing. Bewerking voor rapportage, Defacto (2022) Data, klimaat-effectatlas Kaart bodemdaling 2020-2050 hoog.
- (22) Bron: Sweco, Defacto. (2022). Water en bodem sturend voor ruimtelijke planvorming - discussiestuk en onderbouwing.
- (23) Bron: Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat (25 november 2022), Kamerbrief Water en bodem sturend.
- (24) Bron: Rapport Sweco, Defacto (2022). Water en bodem sturend voor ruimtelijke planvorming - discussiestuk en onderbouwing. Bewerking figuur voor rapportage, Defacto (2022). Data Deltares (2022), Bodem en water als basis.
- (25) Bron: Jansen (2005) Honderd jaar verdroging in kaart. Stromingen: vakblad voor hydrologen, 28.
- (26) Bron: Stowa (2021) Programma Lumbricus, Integrale benadering van een klimaatrobuuste inrichting en beheer van stroomgebieden, een overzicht.

Verandering van de wereld om ons heen was nog nooit zo actueel, relevant, inspirerend en uitdagend. Voor welke uitdaging dan ook: de samenleving kan rekenen op een oplossing van Sweco. Nu, morgen en in de toekomst.

Samen met klanten en de kennis van 21.000 architecten, ingenieurs en adviseurs, stuk voor stuk vakidioten, creëren we slimme oplossingen voor het stedelijk gebied. Met oog voor de versnellende kracht van digitalisering en het perspectief van een groene en duurzamere samenleving.